



Měření kontaktní plochy sedadla a probanda v pozici sedu

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil
Studijní obor: 3107R015 – Výroba oděvů a management obchodu s oděvy
Autor práce: **Miriama Remetová**
Vedoucí práce: Ing. Renáta Nemčoková





Measurement of contact area of the seat and the seat position in the proband

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil
Study branch: 3107R015 – Clothing Production and Management
Author: **Miriama Remetová**
Supervisor: Ing. Renáta Nemčoková



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Miriama Remetová**

Osobní číslo: **T15000395**

Studijní program: **B3107 Textil**

Studijní obor: **Výroba oděvů a management obchodu s oděvy**

Název tématu: **Měření kontaktní plochy sedadla a probanda v pozici sedu**

Zadávající katedra: **Katedra oděvnictví**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Provedte rešerši týkající se automobilových sedadel z hlediska konstrukce a komfortu sezení.
2. Zvolte skupinu probandů s rozdílným indexem BMI pro hodnocení kontaktní plochy sedací části vytypované autosedačky.
3. Provedte měření rozložení tlaku na sedací části autosedačky pro dané probandy v pozici sedu. Za stejných podmínek proveďte nasnímání povrchu sedací části autosedačky po daném časovém intervalu termografickou technikou.
4. Navrhněte hodnocení zahrnující posouzení kontaktní plochy probanda se sedadlem u obou metod měření.
5. Diskutujte výsledky z hlediska možností využití naměřených dat pro návrh plošného rozložení vyhřívání sedací části autosedačky.

Rozsah grafických prací: dle rozsahu dokumentace

Rozsah pracovní zprávy: cca 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- Mergl, Ch. Entwicklung eines Verfahrens zur Optimierung des Sitzkomforts auf Automobilsitzen. Disertační práce. Technischen Universität München. 2006.
- ČSN 30 0724 : Poloha sedících osob v osobním automobilu
- Glivický V. a kolektiv, Úvod do ergonomie, Práce, Praha 1975
- FLIR SYSTEMS, User's manual, X6540sc-X6550sc, 2013.
- Manuál X SENSOR X3
- Svoboda Jiří, Termodiagnostika, učební texty 2012.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Renáta Nemčoková


Katedra oděvnictví

Konzultant bakalářské práce: Ing. Petr Kulhavý


Katedra částí a mechanismů strojů

Datum zadání bakalářské práce: 11. listopadu 2015

Termín odevzdání bakalářské práce: 13. května 2016


Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka




doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 11. listopadu 2015

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

POĎAKOVANIE

Bakalárska práca vznikla pod vedením Ing. Renáty Nemčokovej, ktorej by som touto cestou chcela poďakovať za cenné rady, ochotu, trpezlivosť a užitočné pripomienky.

PodĎakovať by som sa chcela aj svojmu konzultantovi Ing. Petrovi Kulhavému za jeho ochotu a cenné rady pri riešení danej problematiky.

Vďaka patrí aj kamarátom a známym, ktorí sa podieľali na vzniku experimentu sedením v autosedačke a spríjemňovaním času počas realizácie experimentu.

V neposlednom rade by som sa chcela poďakovať svojej rodine za poskytnutie prostriedkov, podporu a trpezlivosť počas celej doby štúdia.

ABSTRAKT

Úvod bakalárskej práce sa zaoberal charakteristikou autosedačky, jej konštrukciou a komfortom sedenia. Ďalej sa venoval vyhrievaniu autosedačiek a charakteristike prístrojov použitých na vykonanie experimentu v oblasti efektívnosti umiestnenia vyhrievacích telies a emisívite.

Cieľom tejto práce bolo navrhnutie najvhodnejšieho umiestnenia vyhrievacích telies autosedačiek tak, aby vykazovali minimálne straty a maximálnu účinnosť.

Hlavnou náplňou experimentálnej časti bolo zrealizovať experiment pomocou desiatich probandov rôzneho BMI indexu a s rôznym typom postavy. Potom bola vykoná analýza výsledkov meraní získaných termovíziou a s využitím tlakovej podložky. Na základe získaných výsledkom bolo navrhnuté optimálne umiestnenie vyhrievania na sedacej časti autosedačky.

KLÚČOVÉ SLOVÁ:

autosedačka, termokamera, tlaková podložka, vyhrievanie, proband

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the characteristics the introduction of car seats, its design and seating comfort. In another aspect mirror heating car seats and characteristics of the equipment used to forge an experiment in efficiency placing heaters and emissivity.

The aim of this work was to design the most suitable location of the car seat heaters to exhibit minimum losses and maximum efficiency.

The main content of the experimental part was to carry out an experiment using ten different subjects body mass index and with different body types. Subsequently, it was to conduct an analysis of the results of the measurements obtained using the Thermal Vision and pressure washers. Based on these results, it was proposed optimal location for heating the seat of the car seat.

KEY WORDS:

seat, thermal imagers, pressure washer, heating, proband

Obsah

| | |
|---|----|
| Zoznam použitých skratiek | 10 |
| ÚVOD | 11 |
| 1 KONŠTRUKCIA AUTOMOBILOVEJ SEDAČKY | 13 |
| 1.1 Kovový rám autosedačky | 13 |
| 1.2 Výplň sedačky | 13 |
| 1.3 Poťah autosedačky | 14 |
| 2 KOMFORT SEDENIA | 16 |
| 2.1 Termálny komfort sedenia | 18 |
| 2.2 Vyhrievané sedadlá | 19 |
| 3 MERANIE A MERACIE PRÍSTROJE | 21 |
| 3.1 Termovízia (termografia) | 21 |
| 3.2 Tlaková podložka | 22 |
| 4 EMISIVITA | 24 |
| 5 EXPERIMENTÁLNA ČASŤ | 26 |
| 5.1 Vyhodnotenie experimentu | 33 |
| 5.2 Vyhodnotenie experimentu – ženy | 35 |
| 5.2.1 Proband číslo 1 | 35 |
| 5.2.2 Proband číslo 2 | 38 |
| 5.2.3 Proband číslo 3 | 41 |
| 5.2.4 Proband číslo 4 | 43 |
| 5.2.5 Proband číslo 5 | 46 |
| 5.3 Obsadenosť plochy probandom 1 - 5 | 49 |
| 5.4 Čiastkový záver | 50 |
| 5.5 Vyhodnotenie experimentu – muži | 51 |
| 5.5.1 Proband číslo 6 | 51 |

| | |
|---|----|
| 5.5.2 Proband číslo 7..... | 53 |
| 5.5.3 Proband číslo 8..... | 56 |
| 5.5.4 Proband číslo 9..... | 58 |
| 5.5.5 Proband číslo 10..... | 61 |
| 5.6 Obsadenosť plochy probandom 6 - 10..... | 63 |
| 5.7 Čiastkový záver..... | 64 |
| 6 Záver | 65 |
| Zdroje..... | 67 |
| Zoznam použitých obrázkov..... | 71 |
| Zoznam tabuliek | 72 |
| Zoznam grafov | 74 |
| Prílohy..... | 75 |

Zoznam použitých skratiek

| | |
|----------------|-----------------------------------|
| km | kilometer |
| % | per cento |
| tzv. | takzvané |
| PVC | polyvinylchlorid |
| 3D | trojdimenzionálne zobrazenie |
| tzn. | to znamená |
| kg | kilogram |
| °C | stupeň Celzia |
| μm | mikrometer |
| 2D | dvojdimenzionálne zobrazenie |
| m ² | meter štvorcový |
| ° | stupeň |
| vid' | rozkazovací spôsob slovesa vidieť |
| cm | centimeter |
| BMI | Body Mass Index |
| WHR | Waist to Hip Ratio |
| px | pixel |
| č | číslo |
| IR | infračervený |

ÚVOD

V počiatkoch boli automobily výnimočné a luxusné stroje, ktoré znamenali bohatstvo. S tým súviselo i kvalitné čalúnenie, väčšinou kožou z kráv. Čalúnenie sedadiel či dverí bolo doplnené drevenou palubnou doskou a volantom, nešetrilo sa ani kovovými prvkami. S masovejším rozšírením osobných automobilov prišla alternatíva v podobe rôznych tkanín a textílií. Často však boli málo kvalitné a náročným podmienkam v interiéri automobilu vydržali odolávať len krátko. Mnohé automobilky sa preto radšej vrátili ku koži. Drevo a kov boli prvkami, ktoré postupne ustupovali plastom. Vo väčšine dnešných automobilov tvoria plasty podstatnú časť interiéru. Čalúnenie si pevne drží svoju pozíciu na sedadlách a strope. Okrem toho sú často čalúnené časti dverných panelov. Kožou obťahnutý volant a radiaca páka sú bežnou výbavou v strednej triede. V luxusných automobiloch môžeme nájsť čalúnené celé dvere, palubnú dosku či stredový tunel [15].

V dnešnej dobe, keď je automobil neoddeliteľnou súčasťou života ľudí na celom svete, ktorý sa stále zdokonaľuje a zdokonaľujú sa aj používané materiály pre výrobu jeho súčastí, ostáva aj naďalej niekoľko kritérií, ktoré zákazníci posudzujú pri svojom záujme o kúpu nového automobilu. Okrem bezpečnosti, jazdných vlastností, priestrannosti a vnútorného usporiadania sú to práve sedadlá, ktoré vo veľkej miere ovplyvňujú konečné rozhodnutie o kúpe daného vozidla. V minulosti automobilové sedadlá vyzerali skôr ako kreslá z pohovky s pružinami vo vnútri, kde nešlo o ergonometriu a bezpečnosť, ale skôr o pohodlie cestujúcich [1].

Po druhej svetovej vojne sa začala rozbiehať výroba automobilov tak, aby automobily boli dostupné pre čo najviac ľudí. Nový trend sa odrazil v konštrukcii a prevedení automobilových sedadiel. Počiatky, keď sa výrobcovia začali zaujímať o fyziologický komfort a ergonometriu automobilových sedadiel, sa datujú od 70. rokov minulého storočia. V týchto rokoch sa začínali objavovať opierky hlavy, ktoré sú buď oddelené (vertikálne a horizontálne nastaviteľné), alebo sú ako súčasť operadla hlavy. V tomto období ako prvá firma na svete, firma Saab, začala montovať ako mimoriadnu výbavu do vozidiel vyhrievanie sedačiek (príloha 1) [1].

V dnešnej dobe sa pri luxusných vozidlách nevyužíva iba vyhrievanie sedadiel, ale výrobcovia montujú do svojich sedadiel aj vzduchové vrecká, ktoré dokážu svojho

cestujúceho namasírovať tak, aby mal čo najväčšie pohodlie. Veľa výrobcov automobilov je pri predaji svojho výrobku nútených zavádzať v minulosti nadštandardné vlastnosti sedadiel do bežnej sériovej výbavy automobilu. Dôvod je úplne jednoduchý. Dnešné automobily sú pre mnohých ľudí pracovným prostriedkom či pojazdnou kanceláriou, v ktorej trávajú väčšinu pracovného dňa. Ľudia vyžadujú komfortné sedenie nielen pri práci, ale aj pri rôznych súkromných cestách, kde sú schopní precestovať automobilom vzdialenosť 1 200 km (maximálne 1 500 km) za jednu cestu. Na dlhšie vzdialenosti uprednostňujú cestovanie leteckou dopravou. Táto vzdialenosť zodpovedá 15 – 20 hodinám jazdy, keď je posádka automobilu v neustálom kontakte so sedadlom. Tento kontakt by nemal posádke automobilu spôsobovať diskomfort [1].

Cieľom bakalárskej práce bolo vykonať analýzu výsledkov meraní získaných termovíziou a s využitím tlakovej podložky a následne na základe zistení navrhnúť optimálne umiestnenie vyhrievania autosedačky.

V súčasnosti sa kladie veľký dôraz pre pohodlie, tvar a vlastnosti automobilových sedačiek. Automobilové sedadlá sa stali za viac ako storočnú históriu automobilového priemyslu znakom komfortu cestovania vo vozidle. Navrhnutie nového sedadla pre nový model nie je iba otázkou oddelenia technického vývoja, ale výrobcovia dnes spolupracujú na vývoji sedadiel s univerzitami, vysokými školami a špecializovanými firmami zaoberajúcimi sa výrobou sedadiel. V dobe, keď viac ako 70 % ľudí trpí bolesťami chrbta, výrobcovia autosedadiel nezostávajú len pri základnej konštrukcii, ale do nižších a stredných tried zavádzajú ďalšie prvky, ktoré majú sedenie zlepšiť a spríjemniť. Ide o nastaviteľné prvky v oblasti bedrovej opierky chrbta, vankúšov a bočných opierok chrbta, stehenné podpory a podpory na nohy [1].

1 KONŠTRUKCIA AUTOMOBILOVEJ SEDAČKY

Automobilové sedadlo je jednou z mála súčastí automobilu, na ktorú sú kladené vysoké nároky jednak z hľadiska aktívnej bezpečnosti, keď musí pri náraze za pomoci bezpečnostných pásov maximálne ochrániť posádku vozidla, ako aj z hľadiska pasívnej bezpečnosti, kde musí odvetrávať teplo a vlhkosť, aby sa posádka cítila stále príjemne a sviežo [1].

Dnešné sériovo vyrábané autosedačky (príloha 2) sa v štandardnom prevedení skladajú z troch (štyroch) základných častí:

- kovový (oceľový) rám sedačky
- výplň sedačky
- pot'ah sedačky
- (opierka hlavy)

Hmotnosť automobilových sedačiek v minulosti stále rástla z dôvodu neustále zvyšujúcich sa požiadaviek na komfort sedenia. Dnes sa výrobcovia automobilových sedačiek snažia hmotnosť znížiť, a to zmenou použitého materiálu, hlavne na tvorbu kovovej konštrukcie. Úlohou všetkých týchto úprav je zvýšiť komfort sedenia a zároveň znížiť hmotnosť samotného automobilu a s tým spojenú spotrebu paliva. Pre veľkosériovú výrobu ostáva aj naďalej prioritná cena, ktorá sa pri nových materiáloch pohybuje v úplne iných reláciách ako v minulosti [1].

1.1 Kovový rám autosedačky

Kovový rám autosedačky je vyrobený z oceľovej konštrukcie. Sedačka sa skladá z dvoch hlavných častí, sedačky a operadla. Sedadlo je uchytené pomocou posuvného zariadenia ku karosérii vozu tak, aby umožňovalo posuv sedadla smerom vpred a vzad. Na operadle sú umiestnené držiaky pre opierku hlavy. Na kovový rám sú ďalej pripevnené plastové diely, elektroinštalácia a naklápanie operadla [1].

1.2 Výplň sedačky

Pre výplň automobilovej sedačky sa používa polyuretánová pena. Pena je bunkový materiál, ktorý je distribuovaný po celej hmote s hustotou nižšou ako hustota látky skeletu. Technologicky môže byť forma vnímaná ako kovová, keramická alebo ako

polymérová pena. Polymérové peny tvoria pomocné a prídavné substancie. Medzi pomocné substancie radíme tiež katalyzátor pre tvorbu peny a tvorbu uretánu, substancia na produkciu bunkovej štruktúry a predĺženie chemickej reakcie, prídavné substancie tvoria plniace substancie ako farbivá, stabilizátory a protipožiarne činidlá. Polyuretánová pena je charakteristická svojou silou pretrhu, schopnosťou šírenia vzduchu, nastavením kompresie stlačenia, životnosťou a s tým súvisiacou únavou peny, tuhosťou, elasticitou, tvrdosťou a tlmením zvuku. Medzi pozitíva polyuretánovej peny patrí nízka hmotnosť, výborná tepelná a hluková izolácia, efektívna cena výroby, ľahká výroba s rôznymi možnosťami využitia, nekorodujúci stav a široké využitie tvarového spracovania dizajnérom. Výplňové diely peny sa vyrábajú ako odliatky vo formách. Na bočných stranách operadlového dielu je vytvorený otvor, do ktorého sa montuje airbag. Táto pena zaisťuje posádke vozidla veľmi dobrý komfort cestovania, pretože pohlcuje vibrácie, hluk a má tepelno-izolačné vlastnosti. V sedačke sú umiestnené kanály pre prívod a odvod vzduchu, ktoré zaisťujú klimatizačné a ventilačné systémy sedadla. Pre zaistenie optimálneho stupňa kvality je pena podrobená špecifickým skúškam. Ide o skúšky nehorľavosti, tuhosti, pevnosti, odolnosti, starnutia a únavovú skúšku. Pri výrobe samotných polyuretánových pien dochádza k vzniku toxických plynov [1, 12].

1.3 Poťah autosedačky

Sedadlá sú najdôležitejším prvkom v interiéri automobilu. Musia byť pohodlné tak, aby sa v nich pasažier dobre cítil a spríjemňovali mu čas strávený v automobile. Väčšina automobilov má poťahy autosedačiek vyrobené tkanou alebo pletenou technikou. Výroba týchto poťahov je najnákladnejšia zo všetkých textílií použitých v interiéri auta. Sedadlá automobilu sa poťahujú z narezaných dielov, ktoré sa následne spájajú šitím. Ich finálne ukotvenie na kovovú kostru sedadla je zaistené pomocou kovových kotviacich háčikov na spodnej a zadnej strane autosedačky. Tento proces je veľmi náročný a vyžaduje si špeciálnu pozornosť kvalifikovaného pracovníka. Všetky poťahy autosedačiek sa skladajú z troch vrstiev. Prvú vrstvu tvorí vrstva poťahu (tkanina, pletenina, prírodná alebo syntetická useň), druhou vrstvou je polyuretánová pena a tretiu vrstvu tvorí podšívka pre spevnenie poťahu autosedačky. Poťahy sedadiel v automobiloch sa líšia podľa spôsobu využitia automobilu alebo podľa exkluzivity automobilu. Pri tzv. pracovných automobiloch alebo pri zadných sedadlách policajného auta slúži ako poťah sedadla PVC materiál z dôvodu jednoduchšej údržby. Bežný

automobil, automobil denného využitia má poťahy tkané alebo pletené v rôznych väzbách a rôznom materiálovom zložení. Luxusnejšie poťahy sedadiel, usne alebo Alcantary (syntetická tkanina, pozostávajúca z polyesterových a polyuretánových vlákien, výzorom pripomína brúsenú kožu a ponúka široké možnosti farbenia) sú v drahších automobiloch súčasťou základnej výbavy, zatiaľ čo pri bežnej sériovej výrobe sú tieto poťahy len za príplatok. Klasické je využitie tkaných alebo pletených poťahov sedadiel. Tkané poťahy sedadiel sú vo väčšine nižších alebo stredných tried automobilov. Dôvod ich využitia je veľmi jednoduchý. Tkané poťahy majú dobré užívateľské vlastnosti a nízke výrobné náklady. Vyrobené sú v keprovej a atlasovej väzbe alebo vo väzbe plátnovej s použitím syntetických priadzí. Pletené poťahy sú vyrábané modernou technológiou 3D – pletením. Cieľom tejto technológie je plietať poťahy s minimálnym odpadom, bez zbytočných odrezkov a zvyškov, tzn. s vysokou presnosťou. Výroba je plne riadená počítačom, tým je uľahčený správny výber pletacej ihly a je zaručená možnosť neobmedzených farebných kombinácií a vzorov. Pri čalúnení autosedačiek z usní ide o autočalúnené usne. Koža sa používa v spojení s usmrtením zvierat a je určená na ďalšie spracovanie. Premena kože na useň sa realizuje pomocou fyzikálno-chemicko-biologického procesu. Useň je z lícnej strany lakovaná polyuretánovou živcou, z dôvodu zlepšenia jej pevnosti v odere a zníženia priedušnosti usne. Takéto sedadlá sú veľmi drahé, preto sa časti kombinujú s textilným materiálom alebo syntetickou usňou [6, 15].

2 KOMFORT SEDENIA

Estetický dojem má výrazný vplyv na komfort sedenia. Dobrý dizajn môže byť vylepšený dobrou ergonómiou. Odborníci zaoberajúci sa vývojom sedadiel sa snažia spríjemniť cestovanie pomocou nájdenia vhodnej polohy tela na sedadle. Komfort sedenia v automobile je ovplyvňovaný distribúciou tlaku, komfortom polohy tela, mikroklimou, počiatočným, dlhodobým a vibračným komfortom a v neposlednom rade bočnou podporou sedenia. Medzi faktory ovplyvňujúce geometriu sedenia zaraďujeme voľný pohyb pliec a horných končatín pri riadení vozidla. Bočná podpora chrbtice a podpora prirodzenej formy chrbta má veľký vplyv na správne sedenie vo vozidle (príloha 3). Voľný pohyb hlavy umožňuje jednoduché otáčanie hlavy v priestore. Správne nastavené a umiestnené sedadlo umožňuje voľné dýchanie a jednoduchú manipuláciu nôh pri stláčaní riadiacich pedálov automobilu. Sedacia časť je opatrená prevenciou dlhodobu stlačiteľných plôch a stehná majú bočnú podporu [5].

Optimálna tvrdosť sedadla má veľký význam pri statickom komforte, kde ide o prvotný komfort sedenia, distribúciu tlaku sedadla, vhodnosť výplne a tvaru sedadla bez akýchkoľvek nežiaducich záhybov a prekladov v správnej elasticite, trvanlivosti, životnosti a s dokonalým tlmením a izoláciou vibrácií. Pre komfort zákazníka je dôležitá správna tvrdosť sedadla najmä v bedrovej časti, takmer homogénna tvrdosť, stúpajúce zakrivenie pre ťažkého a ľahkého zákazníka pri dynamickej jazde. Pri dynamickom komforte zákazník preferuje správnu elasticitu peny, jej tvrdosť, pocit reverznej sily, dynamickú impresiu (vtlačenie) a trvanlivosť peny pri dlhodobom zaťažovaní (8-hodinové šoférovanie). Správne odpruženie a tlmenie absorbuje nerovnosti povrchu cesty a tlmí tak jej vibrácie [5, 9].

Komfort sedenia je možné merať rôznymi spôsobmi, ako napríklad:

- polohou tela na sedadle,
- mikroklimou,
- vibráciami,
- distribúciou tlaku,
- elektrickým záznamom svalovej kontrakcie,
- záťažou chrbtice,
- stupňom aktivity.

Komfort sedenia je z veľkej časti ovplyvňovaný aj psychickým stavom vodiča motorového vozidla, ale aj ostatných pasažierov. Bolesť v dolnej časti chrbta je druhou najčastejšou príčinou práceneschopnosti a najčastejšie uplatňovanou požiadavkou na odškodnenie zamestnanca. Pozícia sedadla v automobile ovplyvňuje uhly tela a s tým spojené tlaky na jednotlivé časti tela. Posuvom sedačky dopredu sa zvýši sklon panvy, a tým aj uhol, pod ktorým pasažier sedí. Poloha tela na sedadle je podstatná pre komfortné sedenie. Sledovanie komfortu tela je možné pomocou ľudí, modelárov alebo pomocou figurín. Komfort sedenia je možné optimalizovať pomocou polohy tela vo virtuálnej polohe (príloha 4), kde sa najskôr všetko vyrobí v počítači. Výrobcovia automobilových sedačiek sa zhodujú, že v súčasnosti je pre nich najväčšou brzdou čas, ktorý je potrebný medzi vymyslením produktu a jeho uvedením do výroby. Vo virtuálnej podobe je možné konštruovať a skúšať nové produkty bez akejkoľvek zbytočnej spotreby materiálu a vynaloženej sily na produkciu nového tovaru. Všetko sa jednoducho ovláda počítačom, kde sú prepojené všetky potrebné náležitosti na dokonalú simuláciu [4, 5, 10, 11].

Oblasť mikroklimy, keď ide predovšetkým o zmenu klímy v malých oblastiach vplyvom rôznych špecifických okolností od klímy v okolitom prostredí, závisí od globálneho termálneho a lokálneho termálneho komfortu. Mikroklima závisí od podmienok vyskytujúcich sa v danej oblasti a jej okolí. Pri globálnom termálnom komforte je veľmi dôležité vyžarovanie tepla, rýchlosť vzduchu a teplota, vlhkosť vzduchu a odev, ktorý má daný jedinec na sebe oblečený. Pri lokálnom termálnom komforte ide o samotné prúdenie, vyžarovanie tepla, sklon sedadla a jeho mikroklimu. Správny globálny a lokálny komfort pasažiera v automobile dokáže zabezpečiť klimatizácia [5].

V prípade vibrácií ide o vzťah medzi komfortom a diskomfortom. Je veľmi ťažké zavádzať rôzne modifikácie sedadiel, z dôvodu obmedzeného priestoru v interiéri automobilu. Úpravy v prípade zefektívnenia vibračných schopností autosedačky sú možné len v malej miere [5].

Distribúcia tlaku má priamy vplyv na tlak vo vnútri stavcov chrbtice. Dobrá distribúcia tlaku zabezpečuje nízky tlak na chrbticu. Pri veľkom tlaku na sedadle je možné tlak regulovať zmenou peny, v závislosti od typu postavy. Tlak môže byť zisťovaný pomocou virtuálnej digitalizácie ľudských modelov, ktorá sa realizuje

v 4 fázach. V prvej fáze sa meria tlak pod stehnom, kde sa nastavujú rôzne výšky sklonu sedadla. V druhej fáze sa meria tlak na lopatku, kde sa nastavuje sklon operadla chrbta a hlavy. Tretia fáza sa zaoberá meraním tlaku pod sedacím svalom s nastavením sklonu sedadla a operadla. V poslednej štvrtej fáze sa meria tlak v oblasti krížov s nastavením sklonu sedadla. Samotné meranie tlaku dokáže pomôcť pri kontrole kvality a pri výrobe automobilového sedadla. Distribúcia tlaku je momentálne najpresnejšia hodnota, podľa ktorej vie vývojár určiť následný komfort sedenia [5].

2.1 Termálny komfort sedenia

Požiadavky zákazníka na komfort sedadla sú jasne stanovené. Pre zákazníka sú dôležité: dizajn sedadla, mechanická životnosť, ochrana sedadla pri náraze a komfort sedenia. Pri komforte ide zväčša o ergonomický komfort, ktorý zaisťuje mechanickú oporu tela poskytovanú sedadlom. Je však potrebné brať do úvahy aj klimatický komfort, kde ide o podporu termoregulácie ľudského tela prostredníctvom starostlivosti o telesnú vlhkosť a teplo takým spôsobom, že dlhodobé sedenie vyvoláva príjemný pocit. Transport telesného tepla z tela je ovplyvňovaný suchým prúdením tepla a skrytým tepelným prúdením, zapríčinený potením. Efekt ochladzovania potenia je dôležitým mechanizmom na dosiahnutie energetickej rovnováhy ľudského tela. Na základe toho musí mať sedadlo v aute nielen dobré vlastnosti na transport tepla, ale aj vlhkosti. Transport vlhkosti v teplom a vlhkom ovzduší nie je dostatočný na to, aby odstránil všetok vyparovaný pot z tela. Nadbytočná vlhkosť je vstrebaná sedadlom, aby telo zostalo suché a navodil sa tak pocit komfortu [13].

Prestup vlhkosti z tela do sedadla sa meria pomocou antropomorfnej figuríny pomocou sedadlového testu Automotive manikin (STAN) (príloha 5). Povrch figuríny zodpovedá na 50 % mužskej postave, ďalej má figurína 3 nastaviteľné polohy sedenia, 12 upravení hmotnosti po 3 kg, 6 merateľných povrchov napojených na tepelné senzory a 2 senzory merania okolitého prostredia (tepla a vlhkosti). Pri detailnom pohľade na oblasti potenia je vidieť vnútorné systémy regulované pumpami, umožňujúce simuláciu potenia cez 6 meracích povrchov vyrobených z porézneho kovu. Meracie povrchy sa nachádzajú v oblasti horného, stredného a spodného chrbta, zadku, ľavého a pravého stehna. Termálny prúd prúdiaci vertikálne je počítaný od elektrickej energie potrebnej na udržanie zachovania zón na teplote, ktorú mala figurína predtým, ako bola posadená do sedadla. Táto analýza sa uskutočňuje v klimatickej komore, pri kontrolovanej vlhkosti a teplote. Figurína je umiestnená na sedadlo po predchádzajúcom nastavení

systemu. Dĺžka testu trvá približne 7 – 8 hodín. Testovanie pozostáva zo suchého a mokrého testu. V suchom teste je deaktivované potenie, simuluje sa vedenie tepla. Pri mokrom teste je aktivovaný systém potenia prostredníctvom konštantného prúdenia demineralizovanej vody v oblasti merania. Simuluje sa celková termálna interakcia tela a sedadla [13].

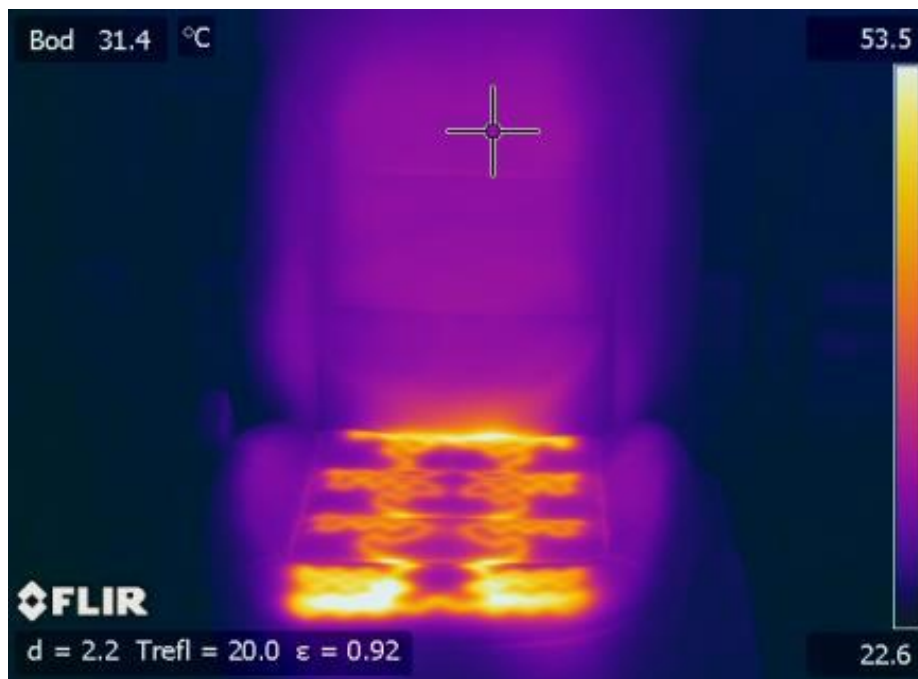
2.2 Vyhrievané sedadlá

Vyhrievanie sedadiel je doplnkom výbavy, ktorý zabezpečuje pohodu v aute už krátko po naštartovaní. Vyhrievanie sedadiel ocení pasažier najmä v zimnom období a dnes už vôbec nejde o finančne náročné riešenie. Spoločnosť Keetec vlastní kvalitný systém vyhrievania sedadiel, ktorý sa inštaluje pod čalúnenie (príloha 6). Takéto riešenie so sebou prináša viacero výhod. Univerzálny systém vyhrievania sedadiel nenaruša vonkajší vzhľad sedadla. Hlavnou výhodou systému vyhrievania sedadiel je karbónové vyhrievanie, ktoré zabezpečuje rovnomerný ohrev po celej plocha telesa. Karbón má tú výhodu, že nie je cítiť žiadne drôtičky pod čalúnením, ide o rovnú a príjemnú tkaninu, ktorá sa dá rôzne upravovať, strihať a skracovať podľa potreby. Týmto je zabezpečená najlepšia účinnosť a pocit z vyhrievania. Dĺžku a tvar vyhrievacieho telesa je možné prispôbiť konkrétnemu sedadlu (obrázok 1). Tento systém vyhrievania je vhodný pre väčšinu bežných sedadiel s textilným alebo koženým čalúnením. Vyhrievanie sedadiel má dva stupne vyhrievania. Intenzívne vyhrievanie do 46 °C, ktoré je vhodné po naštartovaní vozidla v zimnou období. Pre komfortnú jazdu sa využíva miernejší stupeň vyhrievania, do 36°C [24, 25].

Podľa lekárov by sa vykurovanie malo nechať zapnuté len do chvíle, kým sa vozidlo nepohne. Potom by sa malo vypnúť, pretože sedadlo ostáva nahriate. Stálym ohrevom sedadla sa prehrievajú svaly, ktoré po opustení priestoru vozidla veľmi rýchlo ochladnú a vznikajú tak rôzne bolesti chrbta. Všeobecne platí pravidlo, že všetky zápaly, hlavne tie, ktoré sú v aktívnej fáze, sa teplom zhoršujú. U mužov vykurované sedadlo spôsobuje neplodnosť, v dôsledku zvýšenej teploty v oblasti intímnych partií. V globále platí, že čím je vyšší pocit tepla, tým je vyššia únavnosť a strata kontroly nad vozidlom [27].

Zaujímavosťou je Airscarf. Ide o zariadenie ukrývajúce sa v hlavovej opierke kabrioletu značky Mercedes-Benz. Tento systém ocení posádka automobilu, pokiaľ má stiahnutú strechu. Sedačky vybavené Airscarf systémom majú zabudované výduchy

teplého vzduchu. Účelom tohto systému je priviesť teplý vzduch k šiji pasažiera na prednom sedadle, a tým zvýšiť jeho teplotný komfort vo vozidle. Funkcia systému je jednoduchá, po zapnutí ovládacieho tlačidla sa na zadnej strane hlavovej opierky roztočí malý ventilátor. Prostredníctvom tohto ventilátora je nasávaný studený vzduch z okolia opierky, ktorý je vedený cez výmenník tepla k zátylku pasažiera. Intenzita činnosti systému je regulovateľná v troch úrovniach. Pri veľmi rýchlej jazde je možné zapnúť najvyšší výkon, ktorý posúva vzduch smerom ku krku a pôsobí tak ako teplotný šál [26].



Obrázok 1 Umiestnenie vyhrievania na sedacej časti autosedačky [37]

3 MERANIE A MERACIE PRÍSTROJE

Na zisťovanie tepelných a tlakových vlastností zaťažených plôch sa využívajú rôzne metódy a spôsoby merania. V experimente budú využívané termovízia a tlaková podložka.

3.1 Termovízia (termografia)

Každé teleso (osoba, zviera, predmet, vec...) má svoju povrchovú teplotu. Ide o teplotné vyhodnotenie sledovaného objektu, respektíve o sledovanie vyžarovaného svetla v oblasti infračerveného svetla s vlnovou dĺžkou 7 až 14 μm . Túto teplotu (energiu) je s použitím odpovedajúcej technológie merania možné zachytiť. Keďže zmieňovaný rozsah vlnových dĺžok nie je možné zachytiť voľným okom, na tento účel slúžia transformácie termokamery (termovízia) [19].

Termografia je vedný obor, ktorý zahŕňa metódy pre zobrazovanie teplotných polí a povrchu snímaného telesa. Teplotné polia sú prezentované energiou a hustotou fotónov, ktoré sú vysielané z povrchu snímaného telesa [17].

Infračervená termografia je aj názvom techniky, pomocou ktorej je možné zobrazenie infračervených žiarení, vyžarovaných z objektov v závislosti na ich teplote. Efektívnym nástrojom infračervenej termografie je kamera, snímajúca infračervené žiarenie bez dotyku, nazývaná termovízia. Termovízia je termín patentovaný firmou FLIR, ktorá sa zaoberá výrobou termovíznych kamier [17].

Termovízia má široké uplatnenie v rôznych priemyselných odvetviach, od stavebníctva cez strojárstvo, zdravotníctvo až po automobilový či textilný priemysel. Termovízne meranie je neoddeliteľnou súčasťou výskumu a vývoja. Toto zariadenie je podobné videokamere. Na rozdiel od videokamery termovízia zobrazuje tepelné vyžarovanie objektov. Ide o zobrazovací systém transformujúci informácie o rozložení teploty na povrchu snímaného objektu, v infračervenom spektre na obraz viditeľný ľudským okom. Termovízia je schopná zobrazit' teplotné pole objektu, ale aj vyhodnotenie týchto polí. Vďaka modernej technológii monitorovania sa dajú tieto teploty zobrazit' v odtieňoch farieb zrozumiteľnejších pre ľudské oko a následne vyhodnotit' (diagnostikovať). Zobrazenie je zrealizované odtieňmi farieb odpovedajúcim danej vlnovej dĺžke podľa histogramu (príloha 7) [17,18, 19].

To znamená, že chladnejšie miesta sa zobrazujú tmavými odtieňmi studených farieb. Teplejšie odtiene prechádzajú od svetlých odtieňov až po červenú farbu. Výstupom infračervenej kamery je termogram (príloha 8). Termogram je teplotná mapa, na ktorej sa pomocou stupňov šedej alebo farebného spektra zobrazuje infračervená energia z povrchu meraného objektu [17,18, 19].

Výstupný termogram dokáže s presnosťou odhaliť prípadné poruchy, ktoré pri správnom vyhodnotení slúžia ako základný vzorec pre efektívny návrh technického riešenia a následnej kontroly či realizácie. Termovízia sa používa aj v zdravotníctve, kedy lekári dokážu s presnosťou určiť anomáliu ľudského tela. Výhodou termovízie sú nízke náklady na spotrebu elektriny, plynov a ďalších energií pri testovaní a výrobe nových produktov. Pri používaní termovízie sa dá jednoducho predísť vzniku porúch a znížiť tak výrobu nepodarkovosti výrobkov [16, 17,18, 19].

3.2 Tlaková podložka

V súčasnosti sa kladie dôraz na požiadavku na komplexný systém riadenia tlaku, ktorý je integrovaný so zásahmi v protetike (náuka o náhrade stratenej alebo nevyvinutej časti tela) a ortotike (náuka o náhradách funkcií časti tela) tak, aby bolo možné snímanie tlaku na vybraných lokalitách ľudského tela. Pomocou merania tlaku je možné predchádzať poškodeniu narušenej kože pôsobením dlhodobej tlakovej záťaže. Maticové tlakové senzory sa používajú aj pri diagnostike, liečbe a rehabilitáciách vo vybranej lokalite [21, 23].

Meranie tlaku sa vykonáva maticovými snímačmi, ktoré sú schopné získať údaje o skúmanom objekte jednoduchým dotykom daného objektu. Relevantné fyzikálne parametre pri vytvorení dotyku medzi dvomi telesami sú sila a deformácia. Na meranie vyvíjaného tlaku slúži tlaková podložka. Meracia podložka reaguje vďaka svojej sieti senzorov na akýkoľvek tlak, ktorý je na ňu vyvíjaný. Jednotlivé snímače pracujú so vzniknutým odporom a prepočítavajú ho na tlak. Hlavnou zložkou informácie, ktorú maticové snímače poskytujú, je rozloženie normálových zložiek síl pôsobiacich na jednotlivé citlivé prvky snímaného poľa. Spracovanie údajov je možné charakterizovať ako transformáciu sériového toku analógových signálov, získaných jednotlivými tlakovými prvkami na digitálne údaje a ich kompresiu do najvhodnejšej formy pre ďalšie spracovanie. Priebeh pôsobenia je možné sledovať na monitore počítača. Hodnoty nameraných tlakov sa zobrazujú ako farebné tlakové mapy. Snímač je určený

na meranie rozloženia tlaku a je možné ho využiť v rôznych oblastiach. Tlaková podložka sa využíva v medicíne, pri ortopédii, rehabilitáciách, vývoji protéz a ortéz, športovom lekárstve. Využitie v automobilovom priemysle je veľmi všestranné. Merajú sa anatomicke tvary sedačiek a operadiel, rôzne crash – testy a testy airbagov. Tlaková podložka sa využíva aj v obuvníctve (príloha 9), kde je potrebné určiť správne tvarovanie zvršku obuvi či vložky do obuvi. Výstup z každého jednotlivého prvku je znázornený farbou prislúchajúcou tlaku pôsobiaceho na tento prvok, pričom väčšie tlaky sa obvykle zobrazujú sýtejšou farbou. Z takto vytvoreného obrazu je jednoduché zistiť prípadnú anomáliu človeka. Existuje mnoho fyzikálnych princípov a konštrukčných riešení zobrazenia maticových tlakov, líšiacich sa rozmermi, vlastnosťami a použitím. Zobrazenie sa prevádza v 2D zobrazení, kde sa daný objekt zobrazí vo farebnej škále pomocou nastavenia jednotiek záznamu a vyhodnotenia dát. Číselné 2D zobrazenie ukazuje číselné hodnoty tlaku v danom bode a najnižšiu a najvyššiu nastaviteľnú prahovú hodnotu. 2D zobrazenie v reze umožňuje prezeranie jednotlivých vrstiev tlakovej mapy v reze objektu. Zobrazenie pomocou 3D režimu umožňuje lepšiu predstavivosť reálneho prostredia. Tlak každého bodu je definovaný 3D výškou, ktorá tak vytvára celkový 3D dojem. Pomocou piatich ikon, rotácie tlakovej mapy, zmeny výšky vrcholu v osách x, y, a z sa dá zmeniť uhol pohľadu na mapu [21, 23].

4 EMISIVITA

Pri meraní teploty infračerveným teplomerom alebo termokamerou meriame množstvo energie, ktorá vyžaruje, alebo odráža meraný objekt k meraciemu prístroju. Pri tomto meraní je dôležitý údaj emisivita materiálu, ktorý meriame. Emisivita je bezrozmerná veličina určujúca koľko tepla nám daný materiál vyžaruje (emituje) do okolia. Emisivita je definovaná ako pomer intenzity vyžarovania reálneho telesa k intenzite vyžarovania absolútne čierneho telesa s rovnakou teplotou. Emisivita absolútne čierneho telesa je 1, emisivita ideálneho zrkadla je 0. Čím je emisivita bližšie k 1, tým viac tepelného žiarenia povrch vyžaruje. Pri rozhodovaní sa o kúpe termokamery alebo IR teplomera je potrebné zvážiť, aké materiály a v akom teplotnom rozsahu budeme merať a podľa toho sa rozhodnúť, či potrebujeme zariadenie s pevnou, alebo predstaviteľnou emisivitou. Všeobecne platí, že profesionálne zariadenia majú emisivitu predstaviteľnú od 0 do 1 po krokoch 0,01 [35].

Stupeň emisivity meraného objektu je možné stanoviť pomocou tabuľky, ktorá obsahuje namerané hodnoty niektorých materiálov alebo prostredníctvom porovnávacieho merania, či pomocou zistenia odrazenej teploty žiarenia. Hodnoty v tabuľke emisivity sú vždy len informatívne hodnoty. Stupeň emisivity povrchu meraného objektu sa preto môže od udávanej informatívnej hodnoty líšiť. Prítomnosťou porovnávacieho zariadenia je emisivitu možné stanoviť kontaktným teplomerom alebo pomocou termografickej kamery. Cieľom metódy s kontaktným teplomerom je zmerať teplotu povrchu meraného objektu. Následne na to je zmeraná teplota povrchu meraného objektu termografickou kamerou s nastaveným stupňom emisivity 1. Rozdiel medzi nameranými teplotami kontaktným teplomerom a termografickou kamerou vyplýva z vysoko nastaveného stupňa emisivity [36].

Postupným znižovaním nastavenia stupňa emisivity v kamere je možné nameranú teplotu meniť, až sa zhodne s hodnotou z kontaktného merania. Potom nastavená emisivita odpovedá stupňu emisivity povrchu meraného objektu [36].

Pomocou porovnávacieho merania je potrebné nalepiť termospot alebo lepiacu pásku, či natrieť objekt lakom, alebo farbou o známej emisivite na meraný objekt [36].

Následne na to je urobený termografický záznam oboch objektov. Referenčnými bodmi v systéme je možné zmerať emisivitu materiálu a pomocného objektu. Systém potom automaticky vypočíta rozdielnu emisivitu [36].

Pri stanovovaní emisivity na základe odrazenej teploty žiarenia je potrebné najskôr odstrániť všetky zdroje rušenia, ktoré by mohli meranie ovplyvniť. Po odstránení je teplota odrážaného infračerveného žiarenia rovnaká ako teplota okolia. Teplotu je možné zmerať napríklad teplomerom a nastaviť tomu odpovedajúcu teplotu v kamere [36].

5 EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Cieľom experimentálnej časti bolo vykonať analýzu výsledkov meraní získaných termovíziou a s využitím tlakovej podložky a navrhnúť optimálne umiestnenie vyhrievania autosedačky. Pre správne zistenie požadovaných hodnôt boli využívané termovízna kamera značky FLIR X 6540 SC a tlaková podložka značky XSENSOR X3.

Tlaková podložka reaguje vďaka sieti senzorov na akýkoľvek tlak, ktorý je na ňu vyvíjaný. Priebeh merania je sledovaný na monitore počítača, na ktorý je tlaková podložka napojená. Namerané hodnoty sa zobrazujú ako farebné tlakové mapy. Pre účely tohto experimentu boli ponechané pôvodné nastavenia tlakovej podložky.

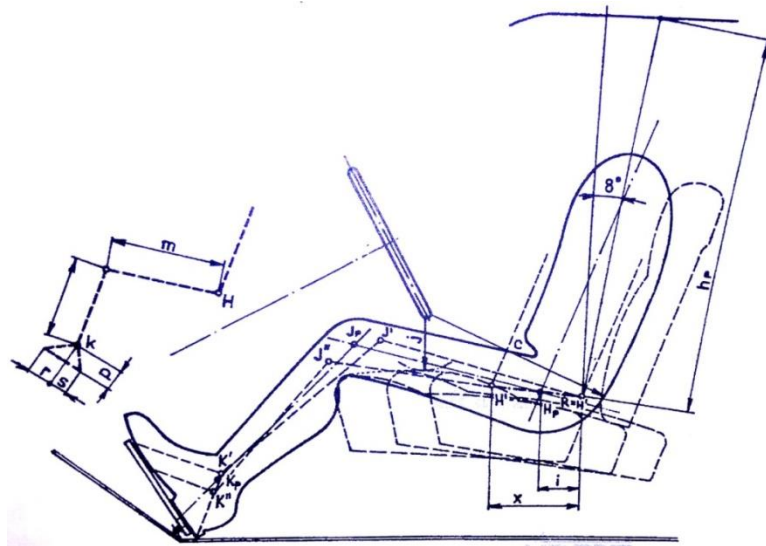
Termovízia patrí k najregresívnejším metódam merania tepelného poľa. Ide o bezdotykové meranie, kde snímače snímajú energiu infračerveného poľa objektov na diaľku. Ide o metódu zisťovania tepelných polí určením vlnovej dĺžky tepelného žiarenia emitovaného objektom. Termovízny systém zaznamenáva túto energiu a prevádza ju na dvojrozmerný farebný obraz tepelného poľa. Termokamera používaná pri experimentálnom meraní má stredne vlnné žiarenie. Táto rádiometrická kamera má možnosť okamžitého zobrazenia najvyššej a najnižšej teploty na obrázku. Pre zobrazenie sa využívajú farebné odtiene alebo odtiene šedej. Softvér ku kamere ponúka vyhodnotenia akéhokoľvek bodu či oblasti snímky v počítači s možnosťou ďalšieho vyhodnotenia v podobe grafov a numerického vyjadrenia. Štandardný tepelný rozsah kamery je $+5^{\circ}\text{C}$ až 300°C , spektrálny rozsah je 1,5 až 5,1 μm , intenzita detektoru je 15 μm . Kamera má automatické alebo manuálne zaostrenie [39].

Experiment bol realizovaný na jednej autosedačke typu MINI (obrázok 2). Autosedačka sa využíva do klasických automobilov bežného použitia. Sedačka bola pohodlná, primeraná veľkosti automobilu, do ktorého je vyrábaná. Poťah bol tkaný zo syntetického materiálu plátnovou väzbou, doplnený polyuretánovou penou a podšívkou na spevnenie. Narezané časti poťahu boli spájané šitím. Celý poťah bol ukotvený kotviacimi háčikmi na kovovú konštrukciu autosedačky.



Obrázok 2 Autosedačka [vlastný]

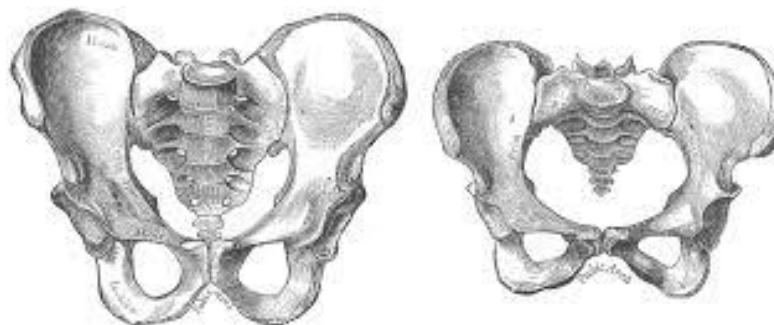
Nastavenie sedadla autosedačky bolo vykonané s ohľadom na normy pre polohu sedacích osôb v osobnom automobile tak, aby uhol medzi stehnom a lýtkom zvieral 120° (obrázok 3). Podľa normy figurín a kresliacich šablón musí byť chrbtová časť probanda v rovine s osou chrtovej časti autosedačky [29]. Toto nastavenie bolo dodržiavané počas všetkých meraní a uspokojené pre potreby každého probanda, ktorí v danej polohe zotrvali určitú dobu, ktorú som si zvolila na základe predbežných meraní a požiadaviek meracích prístrojov. Optimálna dĺžka zotrvania v danej polohe sedenia bola 2 minúty.



Obrázok 3 Poloha vodiča a rozsah nastavenia sedadla [28]

Meranie bolo vykonané na rôznych typoch mužskej a ženskej postavy v celkovom počte 10 osôb. Išlo o 5 žien a 5 mužov a vek osôb sa pohyboval v rozmedzí 21 až 27 rokov.

Mužská panva sa od ženskej panvy líši svojím tvarom, výškou a rozložením (obrázok 4), čo sa premietlo aj do zosnímaných obrazov. Vrchný oblúk mužskej panvy je oválny, u žien je tento tvar srdiečkový. Otvor kostenej panvy je u muža trojuholníkový a u ženy oválny. Ženská panva je nižšia a širšia, pripravená na pôrod a mužská panva je vyššia a užšia [34, 38].



Mužská panva

Ženská panva

Obrázok 4 Postavenie ženskej a mužskej panvy [38]

Pred samotnou realizáciou meraní bol každý z probandov požiadany, aby vyplnil krátky dotazník (príloha 10), ktorý obsahoval údaje potrebné pre účely správnych

výpočtov, analýz výsledkov meraní a vyhodnotenia dosiahnutých výsledkov. Dotazník obsahoval vek probanda, pohlavie, výšku, váhu, obvod pásu a obvod sedu.

Pre kategorizáciu probandov bol využitý BMI aj WHR index. BMI je index telesnej hmotnosti (tiež nazývaný aj Queteletov index) a je jedným z najpoužívanejších ukazovateľov pri meraní obezity. Jednoduchým výpočtom sa dá zistiť, v akej kategórii sa človek nachádza (tabuľka 1). BMI hodnota sa vypočíta ako podiel hmotnosti (kg) a druhej mocniny výšky (m^2) [31].

Tabuľka 1 Konečné hodnoty BMI indexu [31]

| BMI | hmotnosť |
|------------------|-------------------|
| 0- 19,9 | podváha |
| 20 – 24,9 | normálna hmotnosť |
| 25 – 29,9 | nadváha |
| 30 – 39,9 | obezita |
| > 40 | extrémna obezita |

WHR index určuje pomer obvodu pásu k obvodu bokov. Takto získaná hodnota potom určuje typ postavy s prihliadnutím na rozloženie tukovej hmoty jednotlivca. Tabuľka 2 zobrazuje typ postavy na základe výpočtu WHR indexu [32].

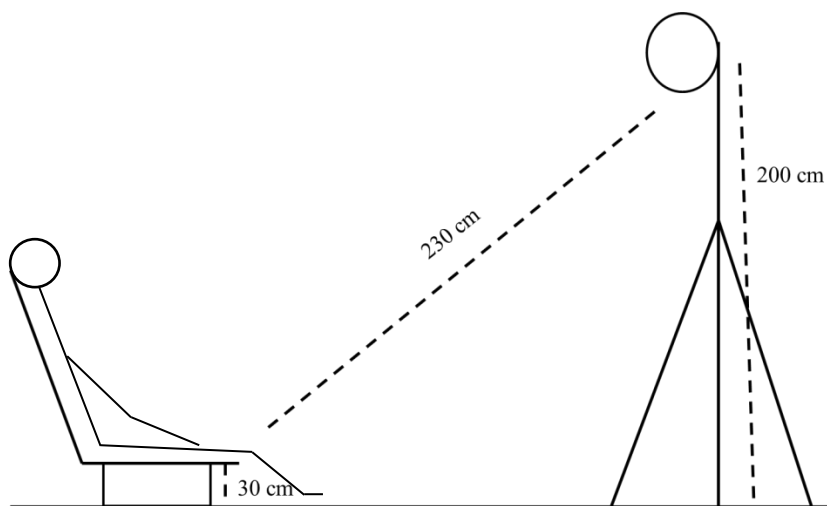
Tabuľka 2 Výsledné hodnoty WHR indexu [30]

| | periférna | vyrovnaná | centrálna | riziková |
|-------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| ženy | menej ako 0,75 | 0,75 – 0,80 | 0,80 – 0,85 | viac ako 0,85 |
| muži | menej ako 0,85 | 0,85 – 0,90 | 0,90 – 0,95 | viac ako 0,95 |

Periférny typ postavy znamená, že tuk sa v tele hromadí najmä na bokoch a zadku a že obvod pásu je nepomerne menší ako obvod bokov – typ postavy hruška. Pri vyrovnanom type postavy sa tuk ukladá rovnomerne, dalo by sa tak povedať, že ide o optimálny typ postavy. Centrálnej typ postavy znamená, že obvod pásu je síce menší ako obvod bokov, ale na bruchu sa aj tak hromadí viac tuku, ako by bolo vhodné. Rizikový typ postavy znamená, že sa na bruchu hromadí neprimerane veľa tuku, a to prináša so sebou aj zvýšené riziko civilizačných ochorení [32].

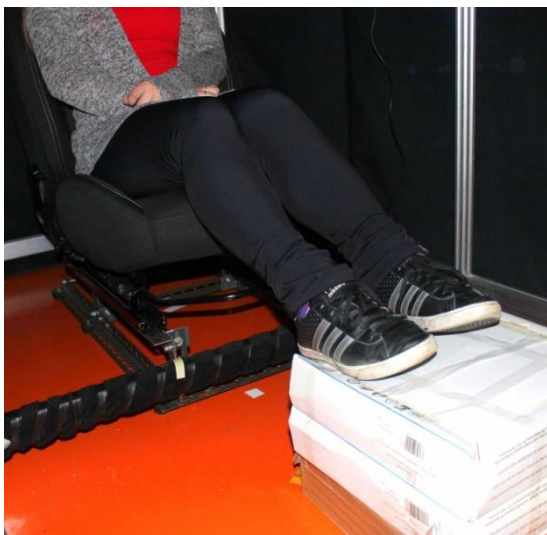
Meraní probandi sa pohybovali v rôznych škálach BMI a WHR indexu. Väčšina sledovaných žien a mužov mala hodnotu BMI indexu normálnu a na základe WHR indexu periférnu postavu (príloha 12).

Počas celého experimentu bola v laboratóriu stála teplota 22,3 °C a 30 % vlhkosť vzduchu. Autosedačka bola vo vzdialenosti 30 cm od zeme umiestnená v tmavej komore. Vzdialenosť statívu s termovíznou kamerou bola od autosedačky 230 cm pri stálej výške 200 cm (obrázok 5).



Obrázok 5 Grafické zobrazenie experimentu [vlastný]

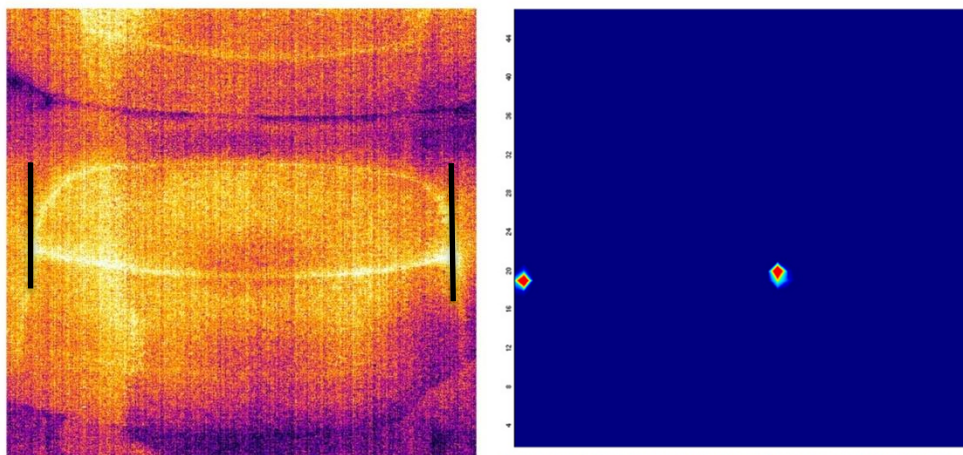
Medzi jednotlivými experimentmi bol časový odstup minimálne 10 minút z dôvodu čakania na dostatočné schladnutie autosedačky. Dôvodom čakania boli rôzne obvody sedov probandov a vyvarovanie skreslenia termografického záznamu. Probandi mali fixne nastavené operadlo sedačky. Uhol medzi kolenom a stehnom zvieral u každého probanda 120 °, čo bolo kontrolované uhlomerom. Päty boli opreté pevne o zem, pri nižších probandoch o pevné podložky tak, aby sme simulovali sedenie vodiča v automobile. Ruky probandov boli voľne položené na stehnách a počas experimentu sedeli pohodlne a nehybne (obrázok 6).



Obrázok 6 Poloha probanda počas experimentu [vlastný]

Po 2 minútach sa probandi postavili tak, aby sa rukami nedotkli krajov autosedačky a neskreslili tak záznam. Následne bol nasnímaný termografický záznam. Potom bola umiestnená tlaková podložka na autosedačku a v rovnakej polohe probanda sa vykonal tlakový záznam pre porovnanie. Termografický a tlakový záznam nebolo možné snímať súčasne, nakoľko položením tlakovej podložky na autosedačku bol termografický záznam skreslený a nezodpovedal ľudským proporciám. Po vykonaní experimentu na všetkých zúčastnených probandoch bola upravená emisivita tak, aby bola na všetkých snímkach rovnaká. Emisivita autosedačky bola zisťovaná predpísaným spôsobom a dosiahla hodnotu 0,98.

Po zrealizovaní experimentu a prevedení záznamov na potrebný formát (bitová mapa) bolo vykonané porovnávanie plôch probandov na obrazovej analýze. Pred samotným porovnávaním bolo nutné skalibrovať obrazy, ktoré umožňujú rovnaký prepočet obsadenej a voľnej plochy autosedačky. Ako pomôcka kalibrácie slúžila pre termografický záznam hranica šitia na samotnej autosedačke, ktorá sa počas experimentu nezahriala na takú teplotu ako zvyšok sedačky a, naopak, chladla najpomalšie. Záznam z tlakovej podložky bol zrealizovaný tlakom prstov na krajoch šitia a následného vykonania tlakového záznamu. Vzdialenosť bodov bola v oboch prípadoch 36 cm (obrázok 7).

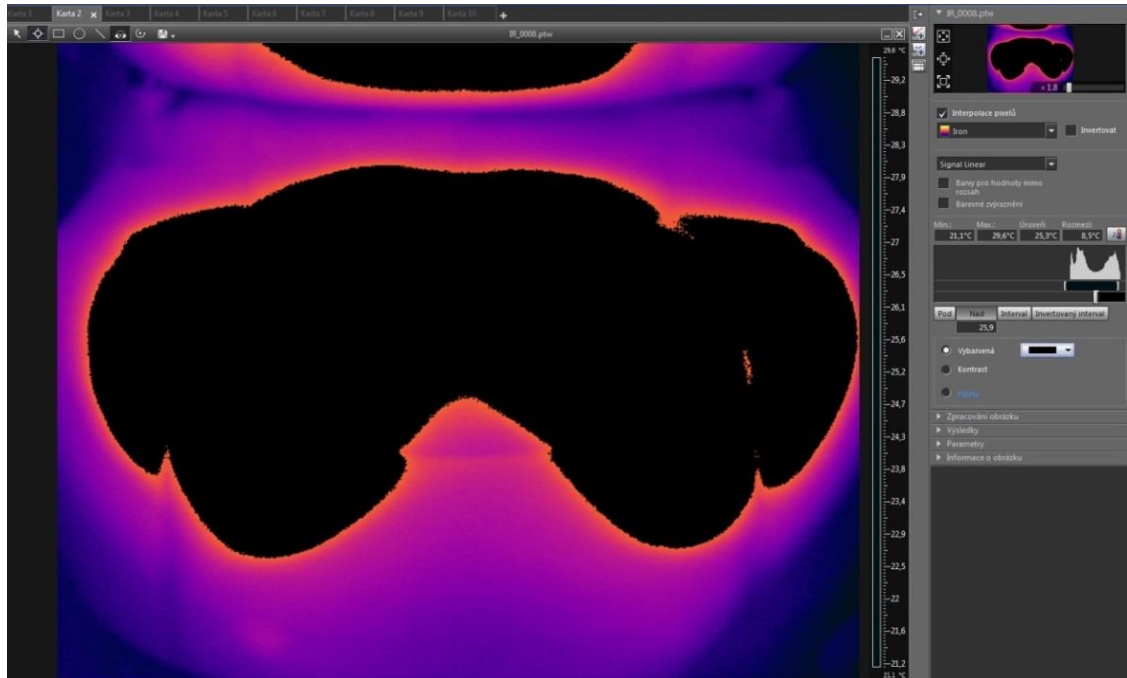


Obrázok 7 Termografický (vľavo) a tlakový záznam (vpravo) určený na kalibráciu [vlastný]

Kalibračná hodnota pre termografický záznam bola 0,087 cm/px a pre tlakový záznam 0,102 cm/px.

Pre výpočet plochy na oboch záznamoch bola použitá obrazová analýza. V prípade tlakových záznamov šlo o ručné obkreslenie tlakových máp, ako v prípade vodorovnej sedacej časti autosedačky bez bočného vyvýšenia, tak aj v prípade celej obsadenej plochy. Celková plocha bola vypočítaná sčítaním všetkých zaznamenaných čiastkových plôch na tlakovej mape. Hranicu ručného obkreslenia plochy termozáznamu určovala oranžová farba, ktorá sa vyskytovala na obraze najčastejšie a predstavovala najväčší prenos ľudského tepla na kontaktnú plochu. Žltá plocha vyznačovala najväčšie zaťaženie probandom, ružová farba zobrazovala tepelný odraz a fialová farba nezaťaženie, teda nezahriatu plochu. Pri termozáznamoch bolo okrem ručného vymedzenia plôch použité aj automatické meranie plochy pomocou binárneho obrazu. Pre presné určenie hranice bola na každom obraze prostredníctvom pomocných bodov stanovená najčastejšie sa opakujúca teplota. Z týchto teplôt bol neskôr vypočítaný priemer a táto hodnota bola určená za hornú hranicu teploty pre vykreslenie plochy (obrázok 8). Teploty sa medzi mužmi a ženami líšili, preto aj táto hranica bola pri oboch pohlaviach iná. U žien bola horná hranica 24,8 °C a u mužov o stupeň vyššia, teda 25,9 °C. Pomocou tejto teploty sa plochy nad určenou hranicou stali čiernymi a bolo tak možné previesť obraz do binárneho obrazu. Binárny obraz bolo potrebné prahovať (vybrať časti obrazu, ktoré budú analyzované). Pomocou funkcie „binární“ /definícia prahovania 0-0 čierna farba) bol obraz sprahovaný. Prostredníctvom funkcie ROI bol vybraný obdĺžnikový tvar a definovaná oblasť záujmu. Vo funkcii „měření“ bol vybraný objekt merania – plocha a prevedené meranie.

Výsledky automatického merania sa zobrazili v tabuľke, spomedzi ktorých bola vybraná najväčšia plocha, pretože tabuľka obsahovala aj zanedbateľné plôšky merania.



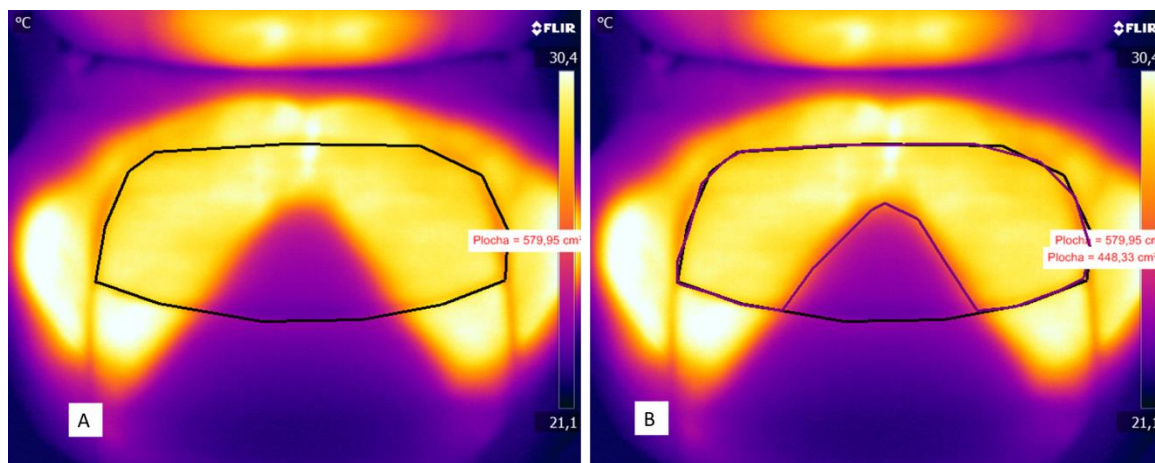
Obrázok 8 Stanovenie hranice vykreslenia plochy termografu – mužská postava [vlastný]

5.1 Vyhodnotenie experimentu

Experimentálnym meraním bolo získaných niekoľko hodnôt každého probanda, ktoré rôznym spôsobom charakterizovali merané vlastnosti vyhrievanej autosedačky. Ide o nasledujúce hodnoty a ich označenie v tabuľke vyhodnotenia:

1. Termovízny záznam – ručne zmeraná plocha v cm^2 (Termovízny záznam A)
2. Termovízny záznam – automaticky zmeraná plocha v cm^2 (Termovízny záznam B)
3. Termovízny záznam – sedacia časť (ručne) v cm^2 (Termovízny záznam C)
4. Tlakový záznam – celková plocha v cm^2 (Tlakový záznam A)
5. Tlakový záznam – sedacia časť v cm^2 (Tlakový záznam B)
6. Plocha navrhnutého vyhrievania sedacej časti v cm^2 (Plocha A)
7. Obsadená plocha probandom na navrhnutej časti vyhrievania v cm^2 (Plocha B)
8. Percentuálne vyjadrená obsadená plocha probandom (% zhody)

Výsledky experimentálneho merania boli vyhodnotené pre každého probanda s ohľadom na jeho telesné proporcie, pohlavie a jednotlivito graficky znázornené pre lepšie porovnanie. Záverom experimentu je výsledný graf zobrazujúci percentuálne zastúpenie plochy obsadenej probandom určitého pohlavia a návrh optimálneho miesta a plochy vyhrievania autosedačky (obrázok 9).



Obrázok 9 Navrhnutá optimálna plocha umiestnenia vyhrievania autosedačky[vlastný]

Tabuľka 3 predstavuje charakteristiku jednotlivých probandov, ich výšku, váhu, obvody, hodnotu BMI indexu a WHR indexu. Probandi majú rozdielne BMI na základe ich výšky a váhy. BMI hodnota sa na type postavy neodrazila. WHR hodnota zaradila probanda do určitého typu postavy, ktorý bol pre tento experiment určujúci.

Tabuľka 3 Vstupné údaje probandov

| Proband číslo | Pohlavie | Vek | Výška (cm) | Váha (kg) | Obvod pasu (cm) | Obvod sedu (cm) | BMI | WHR |
|------------------|----------|-----|---------------|--------------|-----------------------|-----------------------|-------|------|
| 1 | žena | 23 | 168 | 62 | 73 | 98 | 21,97 | 0,74 |
| 2 | žena | 23 | 163 | 57 | 68 | 105 | 21,45 | 0,65 |
| 3 | žena | 22 | 168 | 75 | 72 | 108 | 26,57 | 0,67 |
| 4 | žena | 23 | 161 | 60 | 68 | 98 | 26,23 | 0,69 |
| 5 | žena | 21 | 160 | 62 | 82 | 100 | 24,22 | 0,82 |
| 6 | muž | 27 | 182 | 82 | 87 | 105 | 24,76 | 0,83 |
| 7 | muž | 25 | 179 | 91 | 98 | 106 | 28,40 | 0,92 |
| 8 | muž | 24 | 179 | 70 | 80 | 98 | 21,85 | 0,82 |
| 9 | muž | 24 | 176 | 56 | 76 | 85 | 12,91 | 0,89 |
| 10 | muž | 25 | 185 | 75 | 83 | 101 | 21,91 | 0,82 |

5.2 Vyhodnotenie experimentu – ženy

Nakoľko sa mužská panva líši od tej ženskej budú v tomto experimente vyhodnocované obe pohlavia zvlášť. Nasledujúce podkapitoly sa venujú vyhodnocovaniu ženských probandov.

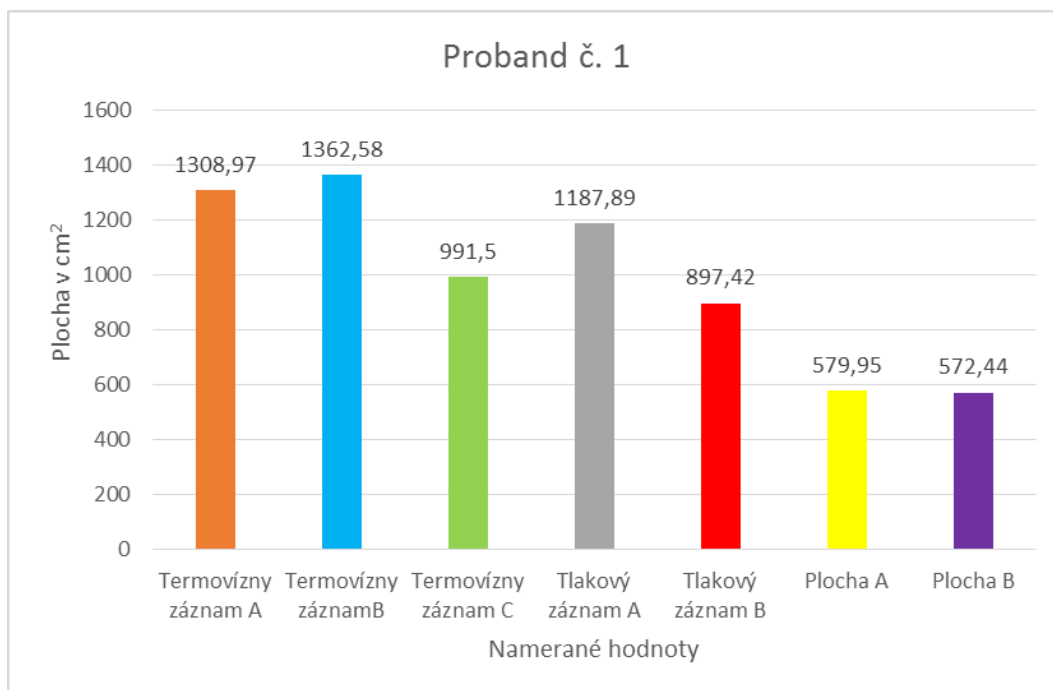
5.2.1 Proband číslo 1

Proband číslo 1 bol na základe svojich proporcií a hodnôt BMI a WHR indexu (viď tabuľka 3) zaradený do normálneho a periférneho typu postavy. Počas experimentu boli zisťované rôzne plochy, ktoré v prípade probanda číslo 1 zobrazuje tabuľka 4.

Tabuľka 4 Namerané hodnoty probanda číslo 1

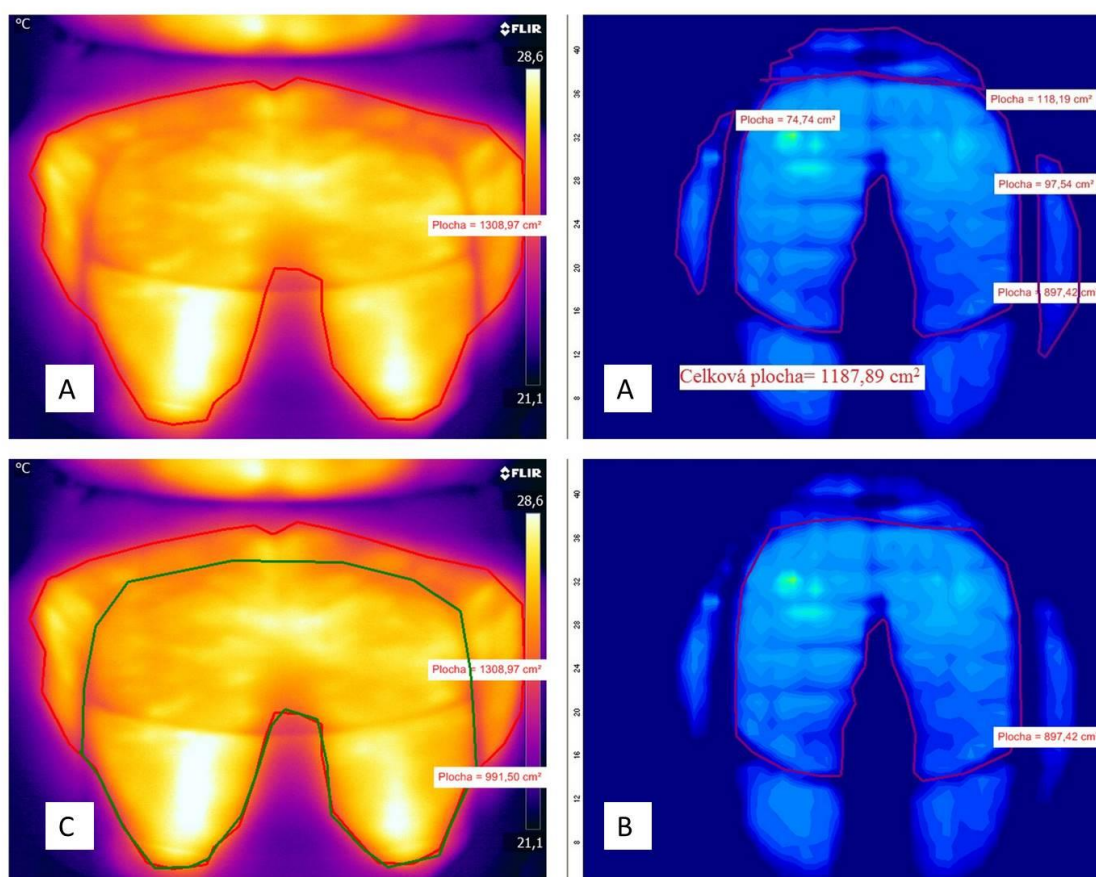
| Pro-band číslo | Termovízny záznam A | Termovízny záznam B | Termovízny záznam C | Tlakový záznam A | Tlakový záznam B | Plocha A | Plocha B |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|------------------|----------|----------|
| 1 | 1308,97 | 1362,58 | 991,50 | 1187,89 | 897,42 | 579,95 | 572,44 |

Na základe experimentu bol najvyšší termovízny záznam získaný ako automaticky zmeraná plocha v cm^2 (termovízny záznam B). Pri tlakovom zázname je to záznam získaný ako celková plocha v cm^2 (tlakový záznam A) a plocha navrhnutého vyhrievania sedacej časti v cm^2 (plocha A). Grafické znázornenie nameraných plôch zobrazuje graf 1.



Graf 1 Namerané hodnoty probanda číslo 1 v cm²

Termografické záznamy (príloha 11) zobrazujú tepelný záznam plochy sedadla ako aj návrh vyhrievanej plochy sedadla či plošné zastúpenie probandom na tejto ploche. Plochy termografického a tlakového záznamu (príloha 14) probanda číslo 1 sa nezhodujú (obrázok 10). Plocha termovízneho merania je vyššia ako plocha získaná ako tlakový záznam, čo je zapríčinené odlišnou tepelnou vodivosťou tukovej a svalovej hmoty. Rozdielne veľkosti plôch termovízneho záznamu získané ručným obkresľovaním (príloha 12) sedacej časti (termovízny záznam C) a tlakového záznamu sedacej časti (tlakový záznam B) vylučujú u probanda číslo 1 substitúciu termozáznamu použitím tlakovej podložky.



Obrázok 10 Porovnanie termozáznamov s tlakovými probanda číslo 1 [vlastný]

Počas experimentu boli zisťované dĺžky stehien zmerané na termovíznom zázname ako aj šírka panvy zmeraná na tom istom zázname (príloha 13). Tieto rozmery boli porovnávané s reálnou dĺžkou stehna a šírkou panvy probanda v polohe sedu. Pri probandovi číslo 1 je reálna šírka panvy o niečo menšia ako šírka získaná pomocou termozáznamu. Reálna dĺžka stehna je dvojnásobná oproti nameranej dĺžke pomocou termozáznamu. Príčinou takého veľkého dĺžkového rozdielu je správne sedenie na autosedačke a dodržanie správneho uhla medzi stehnom a kolenom. Získané rozmery v cm zobrazuje tabuľka 5.

Tabuľka 5 Šírka panvy a dĺžka stehna probanda číslo 1

| Proband číslo | Reálna šírka panvy | Termovízna šírka panvy | Reálna dĺžka stehna | Termovízna dĺžka stehna |
|---------------|--------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|
| 1 | 45 | 45,90 | 57 | 30,95 |

Ani v prípade dĺžkových a šírkových rozmerov sa nedá u probanda číslo 1 nahradiť termovízny záznam tlakovým.

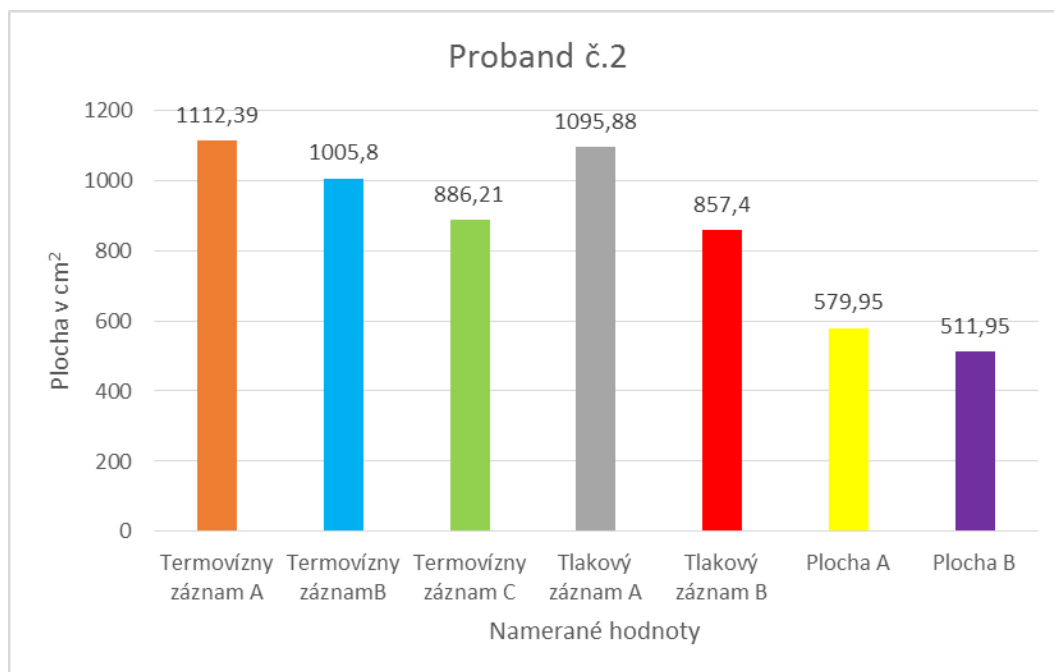
5.2.2 Proband číslo 2

Proband číslo 2 bol na základe svojich proporcií a hodnôt BMI a WHR indexu (viď tabuľka 3) zaradený do normálneho a periférneho typu postavy. Počas experimentu boli zisťované rôzne plochy, ktoré v prípade probanda číslo 2 zobrazuje tabuľka 6.

Tabuľka 6 Namerané hodnoty probanda číslo 2

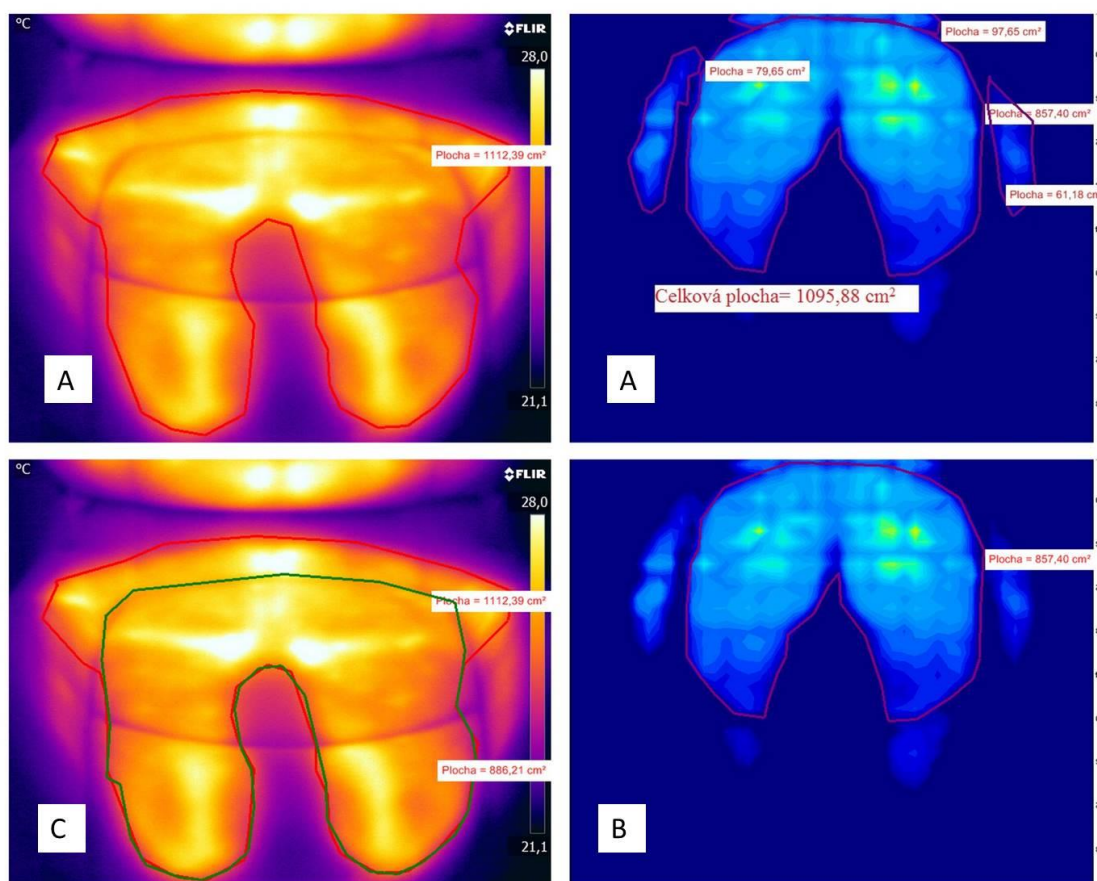
| Pro-band číslo | Termovízny záznam A | Termovízny záznam B | Termovízny záznam C | Tlakový záznam A | Tlakový záznam B | Plocha A | Plocha B |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|------------------|----------|----------|
| 2 | 1112,39 | 1005,80 | 886,21 | 1095,88 | 857,40 | 579,95 | 511,95 |

Na základe experimentu bol najvyšší termovízny záznam získaný ako ručne obkreslená plocha v cm^2 (termovízny záznam A). Pri tlakovom zázname to bola plocha získaná ako celková plocha v cm^2 (tlakový záznam A) a plocha navrhnutého vyhrievania sedacej časti v cm^2 (plocha A). Grafické znázornenie nameraných plôch zobrazuje graf 2.



Graf 2 Namerané hodnoty probanda číslo 2 v cm²

Termografické záznamy (príloha 15) zobrazujú tepelný záznam plochy sedadla ako aj návrh vyhrievanej plochy sedadla či plošné zastúpenie probandom na tejto ploche. Plochy termografického a tlakového záznamu (príloha 18) probanda číslo 2 sa veľmi nelíšia (obrázok 11). Nameraná hodnota termovízneho záznamu je o niečo väčšia ako plocha zmeraná pomocou tlakovej podložky. Aj napriek malým rozdielom medzi termovíznym záznamom získaným ručným obkresľovaním (príloha 16) (termovízny záznam C) a tlakovým záznamom sedacej časti (tlakový záznam B) nie je vhodné skonštatovať možnú substitúciu termovízneho a tlakového záznamu. O substitúcii by sa dalo reálne uvažovať v prípade, že by bolo známe, o aké meranie ide a načo budú výsledky použité.



Obrázok 11 Porovnanie termozáznamov s tlakovými probanda číslo 2 [vlastný]

Počas experimentu boli zisťované dĺžky stehien zmerané na termovíznom zázname ako aj šírka panvy zmeraná na tom istom zázname (príloha 17). Tieto rozmery boli porovnávané s reálnou dĺžkou stehna a šírkou panvy probanda v polohe sedu. Pri probandovi číslo 2 je reálna šírka panvy väčšia ako šírka získaná pomocou termozáznamu. Reálna dĺžka stehna je viac ako dvojnásobná oproti nameranej dĺžke pomocou termozáznamu. Príčinou takého veľkého dĺžkového rozdielu je správne sedenie na autosedačke a dodržanie správneho uhla medzi stehnom a kolenom. Získané rozmery v cm zobrazuje tabuľka 7.

Tabuľka 7 Šírka panvy a dĺžka stehna porobanda číslo 2

| Proband číslo | Reálna šírka panvy | Termovízna šírka panvy | Reálna dĺžka stehna | Termovízna dĺžka stehna |
|---------------|--------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|
| 2 | 45 | 43,20 | 52 | 30,15 |

U probanda číslo 2 sa v prípade dĺžkových a šírkových rozmeroch nedá termovízny záznam nahradiť tlakovým.

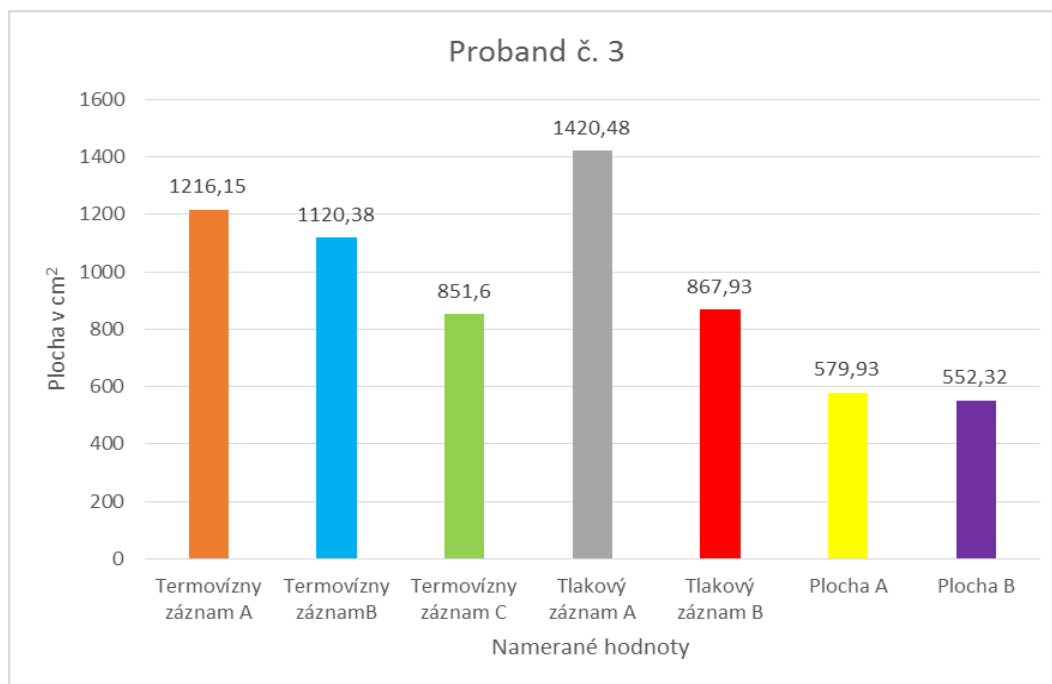
5.2.3 Proband číslo 3

Proband číslo 3 bol na základe svojich proporcií a hodnôt BMI a WHR indexu (viď tabuľka 3) zaradený do periférneho typu postavy s nadváhou. Počas experimentu boli zisťované rôzne plochy, ktoré v prípade probanda číslo 3 zobrazuje tabuľka 8.

Tabuľka 8 Namerané hodnoty probanda číslo 3

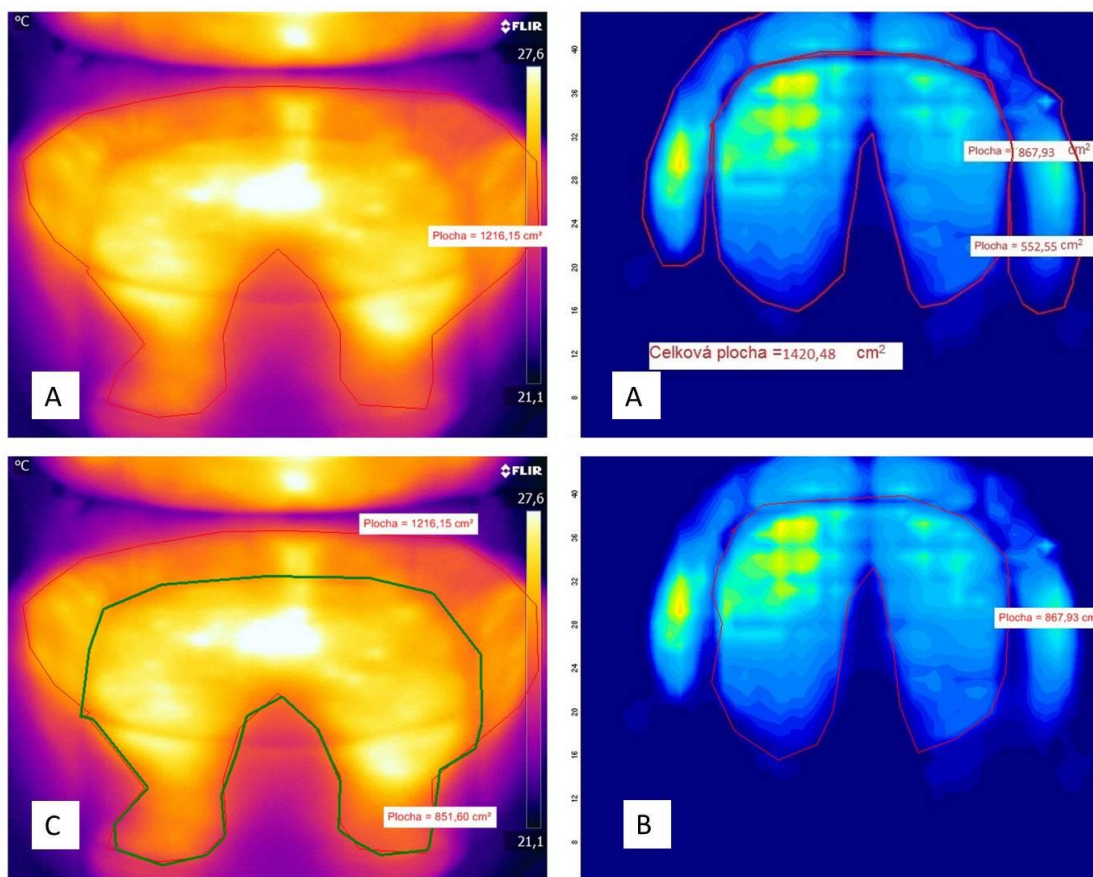
| Pro-band číslo | Termovízny záznam A | Termovízny záznam B | Termovízny záznam C | Tlakový záznam A | Tlakový záznam B | Plocha A | Plocha B |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|------------------|----------|----------|
| 3 | 1216,15 | 1120,38 | 851,60 | 1420,48 | 867,93 | 579,95 | 552,32 |

Na základe experimentu bol najvyšší termovízny záznam získaný ako ručne zmeraná plocha v cm^2 (termovízny záznam A). Pri tlakovom zázname (príloha 22) je to záznam získaný ako celková plocha v cm^2 (tlakový záznam A) a plocha navrhnutého vyhrievania sedacej časti v cm^2 (plocha A). Grafické znázornenie nameraných plôch zobrazuje graf 3.



Graf 3 Namerané hodnoty probanda číslo 3 v cm^2

Termografické záznamy (príloha 19) zobrazujú tepelný záznam plochy sedadla ako aj návrh vyhrievanej plochy sedadla či plošné zastúpenie probandom na tejto ploche. Plochy termografického (príloha 20) a tlakového záznamu probanda číslo 3 sa nezhodujú (obrázok 12). Nameraná hodnota tlakového záznamu (tlakový záznam A) je väčšia ako plocha zmeraná pomocou termovízneho záznamu (termovízny záznam A). Tento rozdiel je spôsobený tukovým rozložením probanda číslo 3 a jeho typom postavy. Plochy merané ako termovízny záznam získaný ručným obkresľovaním (termovízny záznam C) a tlakový záznam sedacej časti (tlakový záznam B) sa líšia len v malej miere. Tlaková mapa je o niečo vyššia ako teplotná. U probanda číslo 3 by bolo možné uvažovať o substitúcii záznamu v prípade, že by boli merané len vodorovné plochy. Pri vystúplostiach by táto zámena nebola reálna.



Obrázok 12 Porovnanie termozáznamov s tlakovými probanda číslo 3 [vlastný]

Počas experimentu boli zisťované dĺžky stehien zmerané na termovíznom zázname ako aj šírka panvy zmeraná na tom istom zázname (príloha 21). Tieto rozmery boli porovnávané s reálnou dĺžkou stehna a šírkou panvy probanda v polohe sedu. Pri probandovi číslo 3 je reálna šírka panvy väčšia ako šírka získaná pomocou

termozáznamu. Reálna dĺžka stehna je viac ako dvojnásobná oproti nameranej dĺžke pomocou termozáznamu. Príčinou takého veľkého dĺžkového rozdielu je správne sedenie na autosedačke a dodržanie správneho uhla medzi stehnom a kolenom. Získané rozmery v cm zobrazuje tabuľka 9.

Tabuľka 9 Šírka panvy a dĺžka stehna porobanda číslo 3

| Proband číslo | Reálna šírka panvy | Termovízna šírka panvy | Reálna dĺžka stehna | Termovízna dĺžka stehna |
|---------------|--------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|
| 3 | 52 | 49,30 | 58 | 29,85 |

Pri probandovi číslo 3 sa ani v prípade dĺžkových a šírkových rozmeroch nedá termovízny záznam nahradiť tlakovým.

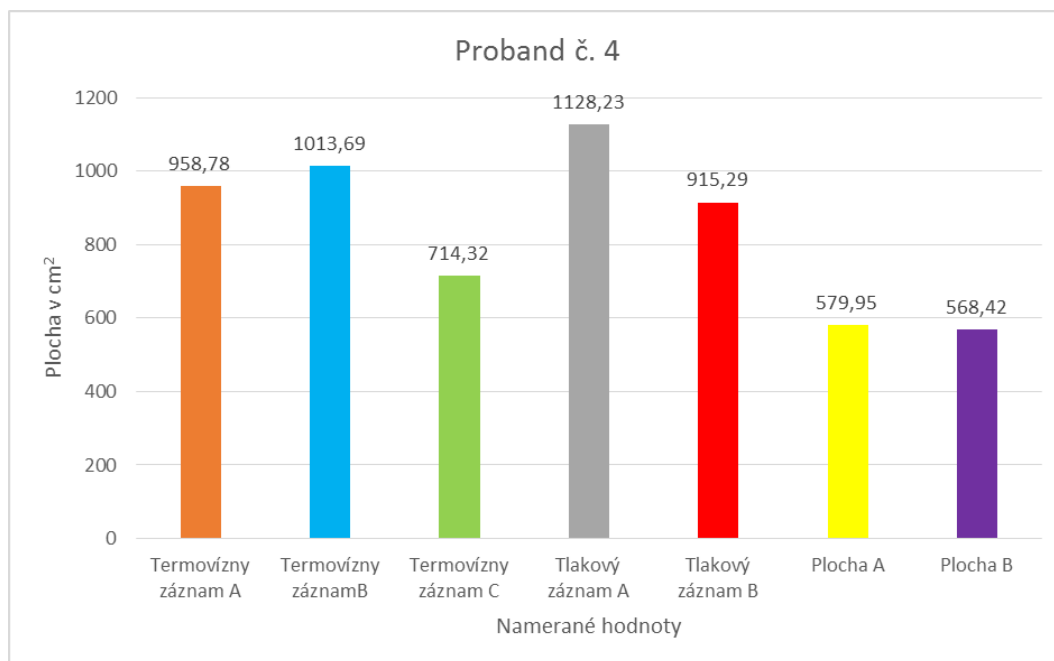
5.2.4 Proband číslo 4

Proband číslo 4 bol na základe svojich proporcií a hodnôt BMI a WHR indexu (viď tabuľka 3) zaradený do periférneho typu postavy s nadváhou. Počas experimentu boli zisťované rôzne plochy, kde namerané hodnoty v prípade probanda číslo 4 zobrazuje tabuľka 10.

Tabuľka 10 Namerané hodnoty probanda číslo 4

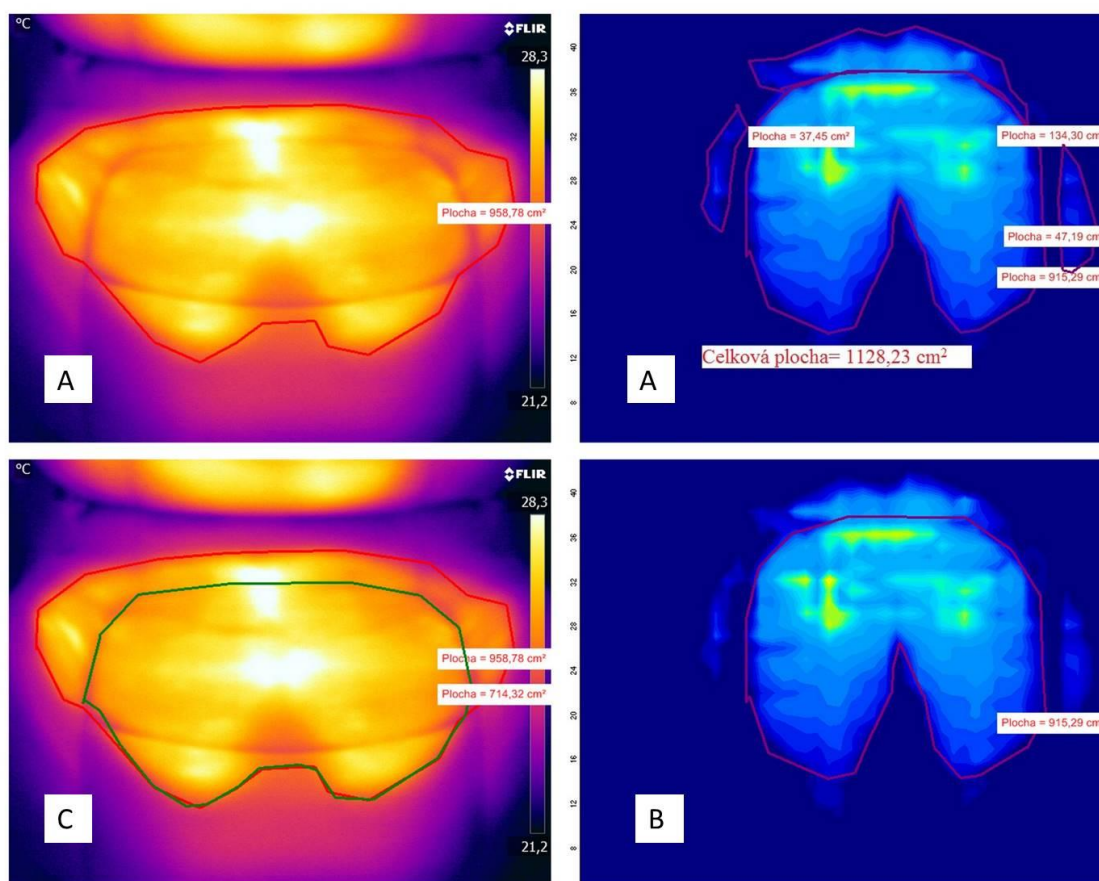
| Proband číslo | Termovízny záznam A | Termovízny záznam B | Termovízny záznam C | Tlakový záznam A | Tlakový záznam B | Plocha A | Plocha B |
|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|------------------|----------|----------|
| 4 | 958,78 | 1013,69 | 714,32 | 1128,23 | 915,29 | 579,95 | 568,42 |

Z výsledkom experimentu v prípade probanda číslo 4 plynie, že najvyšší termovízny záznam bol získaný ako automaticky zmeraná plocha (príloha 24) v cm^2 (termovízny záznam B). Pri tlakovom zázname (príloha 26) je to záznam získaný ako celková plocha v cm^2 (tlakový záznam A) a plocha navrhnutého vyhrievania sedacej časti v cm^2 (plocha A). Grafické znázornenie nameraných plôch zobrazuje graf 4.



Graf 4 Namerané hodnoty probanda číslo 4 v cm²

Termografické záznamy (príloha 23) zobrazujú tepelný záznam plochy sedadla ako aj návrh vyhrievanej plochy sedadla či plošné zastúpenie probandom na tejto ploche. Plochy termografického a tlakového záznamu probanda číslo 4 sa od seba líšia (obrázok 13). Nameraná hodnota termovízneho záznamu (termovízny záznam C) je nižšia ako plocha zmeraná pomocou tlakového záznamu (tlakový záznam B). Značný rozdiel je aj v plochách v prípade termovízneho záznamu získanom ručným obkreslením (termovízny záznam A) a v tlakovom zázname (tlakový záznam A). V prípade probanda číslo 4 sa nedá ani v jednom prípade uvažovať o nahradení termovízneho záznamu za tlakový.



Obrázok 13 Porovnanie termovízií s tlakovými probanda číslo 4 [vlastný]

Počas experimentu boli zisťované dĺžky stehien zmerané na termovíznom zázname ako aj šírka panvy zmeraná na tom istom zázname (príloha 25). Tieto rozmery boli porovnávané s reálnou dĺžkou stehna a šírkou panvy probanda v polohe sedu. Pri probandovi číslo 4 je reálna šírka panvy skoro zhodná so šírkou získanou pomocou termovízií. Reálna dĺžka stehna je viac ako dvojnásobná oproti nameranej dĺžke pomocou termovízií. Príčinou takého veľkého dĺžkového rozdielu je správne sedenie na autosedačke a dodržanie správneho uhla medzi stehnom a kolenom. Získané rozmery v cm zobrazuje tabuľka 11.

Tabuľka 11 Šírka panvy a dĺžka stehna probanda číslo 4

| Proband číslo | Reálna šírka panvy | Termovízna šírka panvy | Reálna dĺžka stehna | Termovízna dĺžka stehna |
|---------------|--------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|
| 4 | 43 | 43,60 | 56 | 22,30 |

V prípade probanda číslo 4 by sa dalo pri šírkových rozmeroch uvažovať o použití termozáznamu. Pri dĺžkových rozmeroch je táto zámena nereálna.

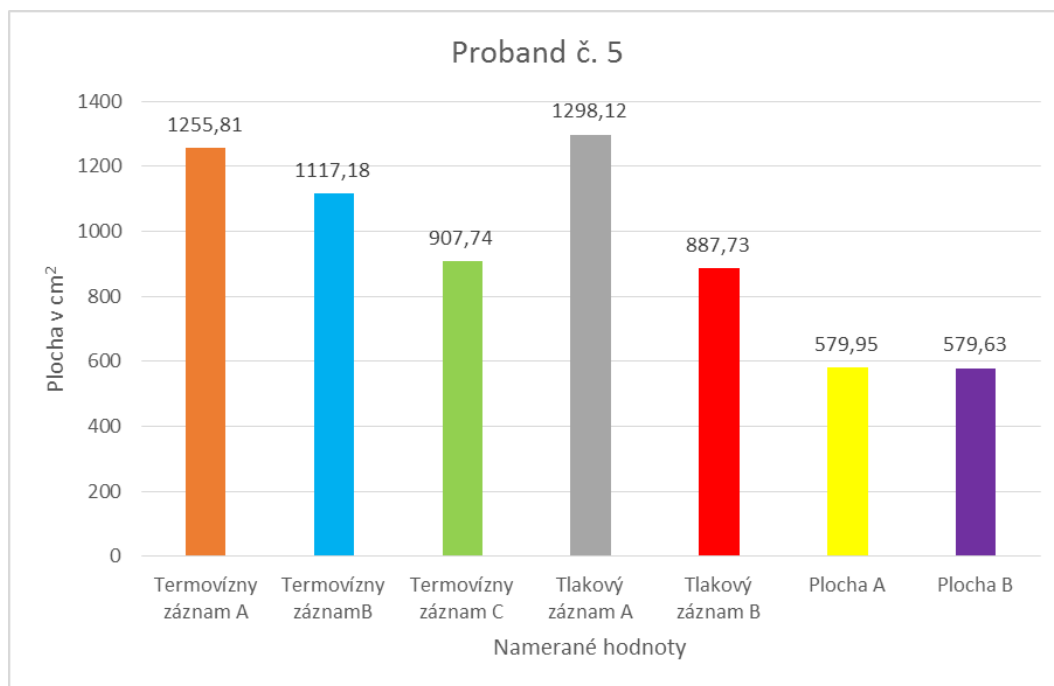
5.2.5 Proband číslo 5

Proband číslo 5 bol na základe svojich proporcií a hodnôt BMI a WHR indexu (viď tabuľka 3) zaradený do normálneho a centrálného typu postavy. Počas experimentu boli zisťované rôzne plochy, kde namerané hodnoty v prípade probanda číslo 5 zobrazuje tabuľka 12.

Tabuľka 12 Namerané hodnoty probanda číslo 5

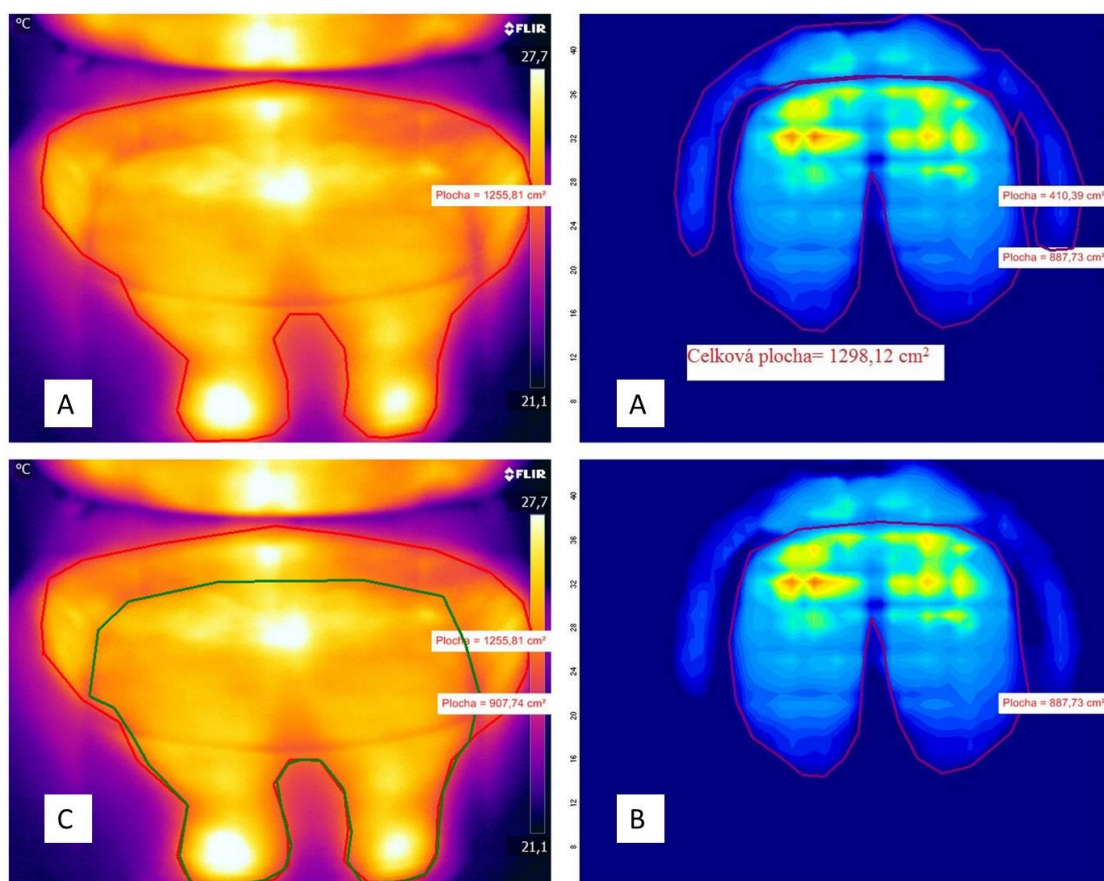
| Pro-band číslo | Termovízny záznam A | Termovízny záznam B | Termovízny záznam C | Tlakový záznam A | Tlakový záznam B | Plocha A | Plocha B |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|-------------|-------------|
| 5 | 1255,81 | 1117,18 | 907,74 | 1298,12 | 887,73 | 579,95 | 579,63 |

Z výsledkom experimentu v prípade probanda číslo 5 plynie, že najvyšší termovízny záznam bol získaný ako ručne zmeraná plocha (príloha 28) v cm^2 (termovízny záznam A). Pri tlakovom zázname (príloha 30) je to záznam získaný ako celková plocha v cm^2 (tlakový záznam A) a plocha navrhnutého vyhrievania sedacej časti v cm^2 (plocha A). Grafické znázornenie nameraných plôch zobrazuje graf 5.



Graf 5 Namerané hodnoty probanda číslo 5 v cm²

Termografické záznamy (príloha 27) zobrazujú tepelný záznam plochy sedadla ako aj návrh vyhrievanej plochy sedadla či plošné zastúpenie probandom na tejto ploche. Plochy termografického a tlakového záznamu probanda číslo 5 sa od seba líšia (obrázok 14). Termovízny záznam (termovízny záznam A) a celkový tlakový záznam (tlakový záznam A) sa od seba líšia. Tlakový záznam je väčší, čo je spôsobené typom postavy a tepelnou vodivosťou tukovej a svalovej hmoty. Nameraná hodnota termovízneho záznamu (termovízny záznam C) je o niečo vyššia ako plocha zmeraná pomocou tlakového záznamu (tlakový záznam B). Tieto výsledky tak vylučujú u probanda číslo 5 substitúciu termozáznamu s použitím tlakovej podložky.



Obrázok 14 Porovnanie termozáznamov s tlakovými probanda číslo 5 [vlastný]

Počas experimentu boli zisťované dĺžky stehien zmerané na termovíznom zázname ako aj šírka panvy zmeraná na tom istom zázname (príloha 29). Tieto rozmery boli porovnávané s reálnou dĺžkou stehna a šírkou panvy probanda v polohe sedu. Pri probandovi číslo 5 je reálna šírka panvy väčšia ako šírka získaná pomocou termozáznamu. Reálna dĺžka stehna je väčšia ako nameraná dĺžka pomocou termozáznamu. Príčinou takého veľkého dĺžkového rozdielu je správne sedenie na autosedačke a dodržanie správneho uhla medzi stehnom a kolenom. Získané rozmery v cm zobrazuje tabuľka 13.

Tabuľka 13 Šírka panvy a dĺžka stehna porobanda číslo 5

| Proband číslo | Reálna šírka panvy | Termovízna šírka panvy | Reálna dĺžka stehna | Termovízna dĺžka stehna |
|---------------|--------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|
| 5 | 49 | 46,50 | 53 | 32,80 |

U probanda číslo 5 sa nedá uvažovať o substitúcii termovízneho záznamu a manuálneho merania rozmerov.

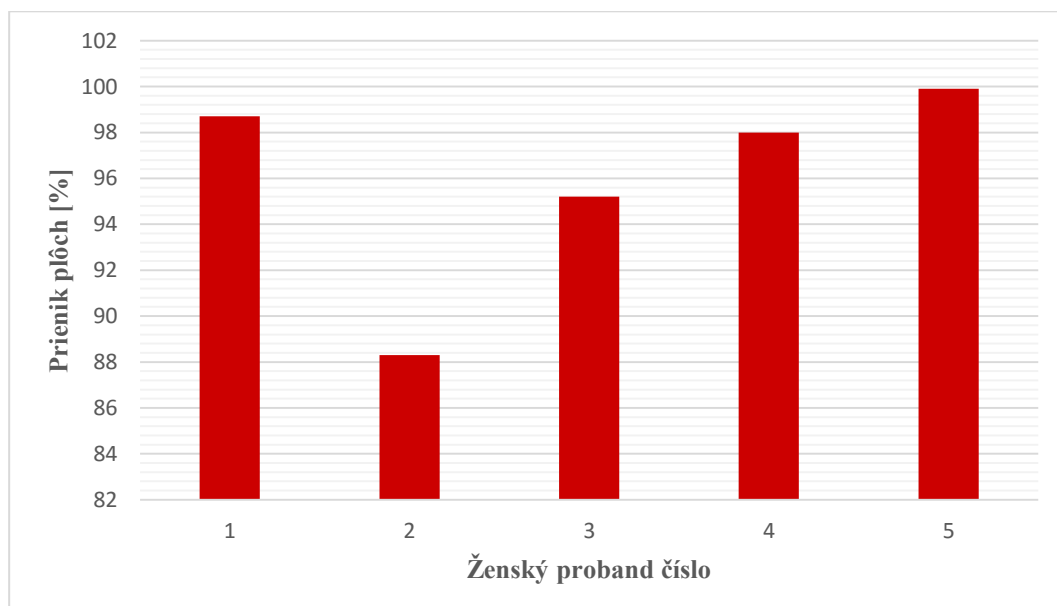
5.3 Obsadenosť plochy probandom 1 - 5

Na základe získaných údajov z experimentu bolo stanovené percentuálne zastúpenie plochy probandom na navrhnutom umiestnení vyhrievania autosedačky. Tieto výsledky zobrazuje tabuľka 14.

Tabuľka 14 Percentuálne zastúpenie plochy ženským probandom na vyhrievanej časti autosedačky

| Ženský proband číslo | Prienik plôch - % |
|----------------------|-------------------|
| 1 | 98,7 |
| 2 | 88,3 |
| 3 | 95,2 |
| 4 | 98,0 |
| 5 | 99,9 |

V prípade probandov 1 až 5 sa dá hovoriť o optimálnom umiestnení vyhrievania autosedačky. Percentuálne vyjadrenie obsadenej plochy vyjadruje graf 6.



Graf 6 Percentuálne zastúpenie plochy ženským probandom na vyhrievanej časti autosedačky

5.4 Čiastkový záver

Ženský probandi mali v priemere výšku 164 cm a váhu 63 kg. Obvod pásu bol v priemere 72 cm a obvod sedu 101 cm. Na základe BMI indexu mala väčšina žien normálnu postavu. Na základe WHR indexu mala väčšina žien postavu periférnu. Merania odhalili, že rozdiel v meraní plôch pomocou ručného vymedzenia hranice termozáznamu a pomocou binárneho obrazu záznamu je skoro zanedbateľný. Priemerná hraničná teplota 24,8 °C použitá pri ohraničovaní binárneho obrazu bola totožná s vizuálnym posúdením hranice obkresľovania, ktorú udávala oranžová farba. Tlakové záznamy ženských probandov sa oproti termozáznamom líšia. Pri celkových plochách termovízneho a tlakového záznamu bola tlaková mapa väčšia. Dôvodom tohto zistenia je to, že periférny typ postavy ukladá tukové zásoby do pozadia a bokov a tuk sa viac rozloží po ploche ako sval. To spôsobilo, že bol tlakový záznam väčší. Pri sedacích častiach autosedačky bez bočného vyvýšenia boli väčšie teplotné mapy. Tuk periférneho typu sa rozložil do strán a sval, ktorý bol skrytý pod tukovou vrstvou, zahrial autosedačku. Návrh vyhrievania autosedačky je v prípade ženských probandov ideálny, pretože priemerné zastúpenie probandov na tejto ploche bolo 96 %.

Pri experimente sa zo zaujímavosti merala aj šírka panvy a dĺžka stehien odtlačených na termo zázname a tieto hodnoty sa porovnávali so skutočnou dĺžkou a šírkou probandov, zmeraných v polohe sedu. Šírka panvy na termo zázname sa s minimálnym rozdielom zhodovala so skutočnosťou. Dĺžka stehna na termo zázname bola skoro o polovicu menšia ako skutočná dĺžka probandov. Tento rozdiel bol zapríčinený správnym sedením na autosedačke. Vzhľadom na nízku postavu a dodržanie správneho uhlu medzi kolenom a lýtkom mala väčšina probandiek podložené nohy tak, že sa im nedotýkali celé stehná sedacej časti autosedačky.

V prípade experimentu sa pri ženských probandoch dá uvažovať o substitúcii termo záznamu a tlakového záznamu len v prípade, že by pre meranie boli využívané len vodorovné plochy, plochy bez bočných či iných tvarovateľností. V prípade, že by bol povrch tvarovaný, táto zámena nie je reálna.

5.5 Vyhodnotenie experimentu – muži

Nasledujúce podkapitoly sa venujú vyhodnoteniu mužských probandov.

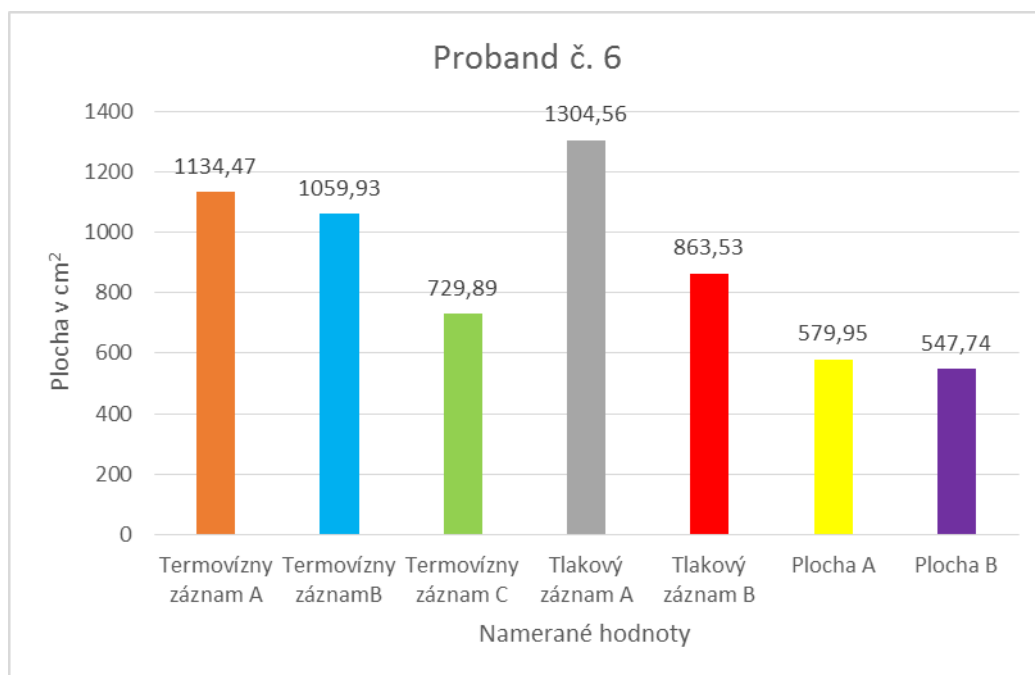
5.5.1 Proband číslo 6

Proband číslo 6 bol na základe svojich proporcií a hodnôt BMI a WHR indexu (viď tabuľka 3) zaradený do normálneho a periférneho typu postavy. Počas experimentu boli zisťované rôzne plochy, kde namerané hodnoty v prípade probanda číslo 6 zobrazuje tabuľka 15.

Tabuľka 15 Namerané hodnoty probanda číslo 6

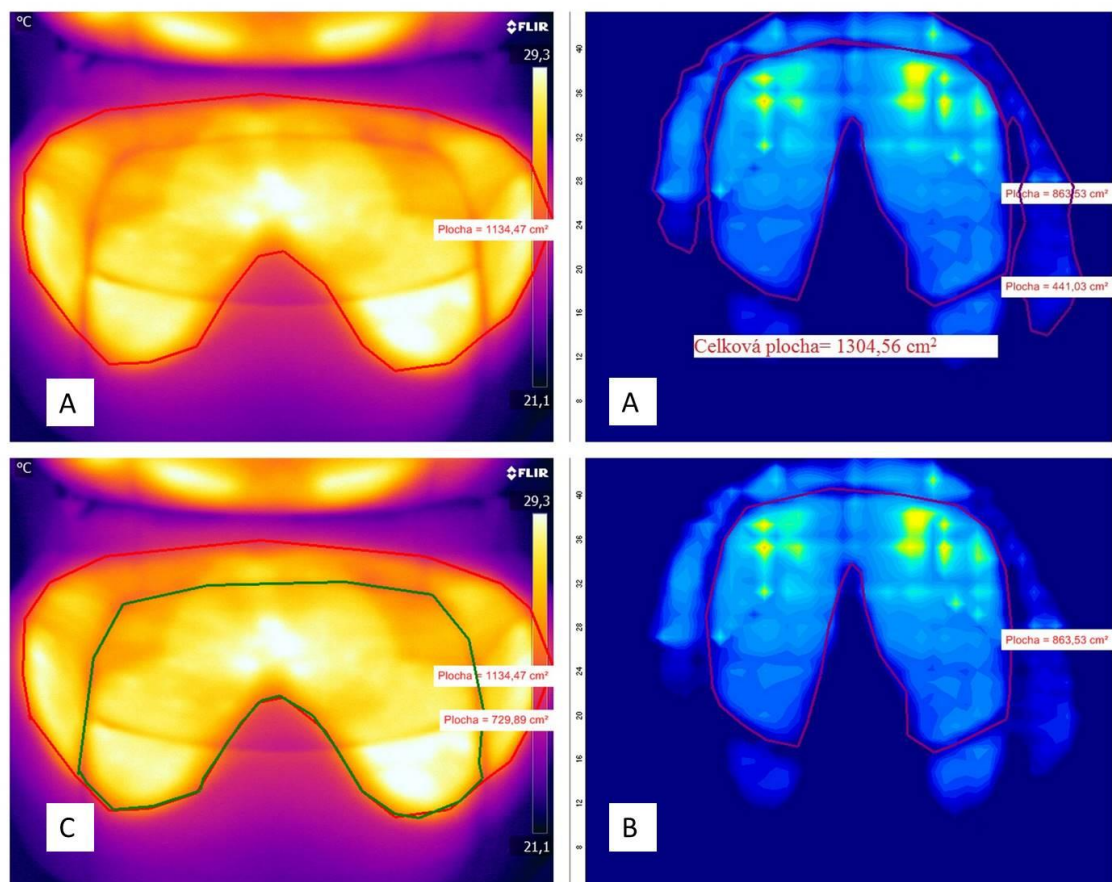
| Pro-band číslo | Termovízny záznam A | Termovízny záznam B | Termovízny záznam C | Tlakový záznam A | Tlakový záznam B | Plocha A | Plocha B |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|------------------|----------|----------|
| 6 | 1134,47 | 1059,93 | 729,89 | 1304,56 | 863,53 | 579,95 | 547,74 |

Z výsledkov experimentu v prípade probanda číslo 6 plynie, že najvyšší termovízny záznam bol získaný ako automaticky zmeraná plocha (príloha 32) v cm^2 (termovízny záznam A). Pri tlakovom zázname (príloha 34) je to záznam získaný ako celková plocha v cm^2 (tlakový záznam A) a plocha navrhnutého vyhrievania sedacej časti v cm^2 (plocha A). Grafické znázornenie nameraných plôch zobrazuje graf 7.



Graf 7 Namerané hodnoty probanda číslo 6 v cm^2

Termografické záznamy (príloha 31) zobrazujú tepelný záznam plochy sedadla ako aj návrh vyhrievanej plochy sedadla či plošné zastúpenie probandom na tejto ploche. Plochy termografického a tlakového záznamu probanda číslo 6 sa od seba líšia (obrázok 15). Nameraná hodnota termovízneho záznamu (termovízny záznam C) je nižšia ako plocha zmeraná pomocou tlakového záznamu (tlakový záznam B). Celková plocha tlakového záznamu (tlakový záznam A) je vyššia ako plocha zmeraná pomocou termozáznamu (termovízny záznam A). V prípade probanda číslo 6 sa teda nedá uvažovať o substitúcii termografického a tlakového záznamu.



Obrázok 15 Porovnanie termozáznamov s tlakovými probanda číslo 6 [vlastný]

Počas experimentu boli zisťované dĺžky stehien zmerané na termovíznom zázname ako aj šírka panvy zmeraná na tom istom zázname (príloha 33). Tieto rozmery boli porovnávané s reálnou dĺžkou stehna a šírkou panvy probanda v polohe sedu. Pri probandovi číslo 6 je reálna šírka panvy rovnaká ako šírka získaná pomocou termozáznamu. Reálna dĺžka stehna je o viac ako polovicu väčšia ako nameraná dĺžka pomocou termozáznamu. Príčinou takého veľkého dĺžkového rozdielu je správne

sedenie na autosedačke a dodržanie správneho uhla medzi stehnom a kolenom. Získané rozmery v cm zobrazuje tabuľka 16.

Tabuľka 16 Šírka panvy a dĺžka stehna porobanda číslo 6

| Proband číslo | Reálna šírka panvy | Termovízna šírka panvy | Reálna dĺžka stehna | Termovízna dĺžka stehna |
|---------------|--------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|
| 6 | 49 | 48,20 | 58 | 23,45 |

U probanda číslo 6 sa nedá uvažovať o substitúcii termovízneho záznamu a manuálneho merania šírkových rozmerov.

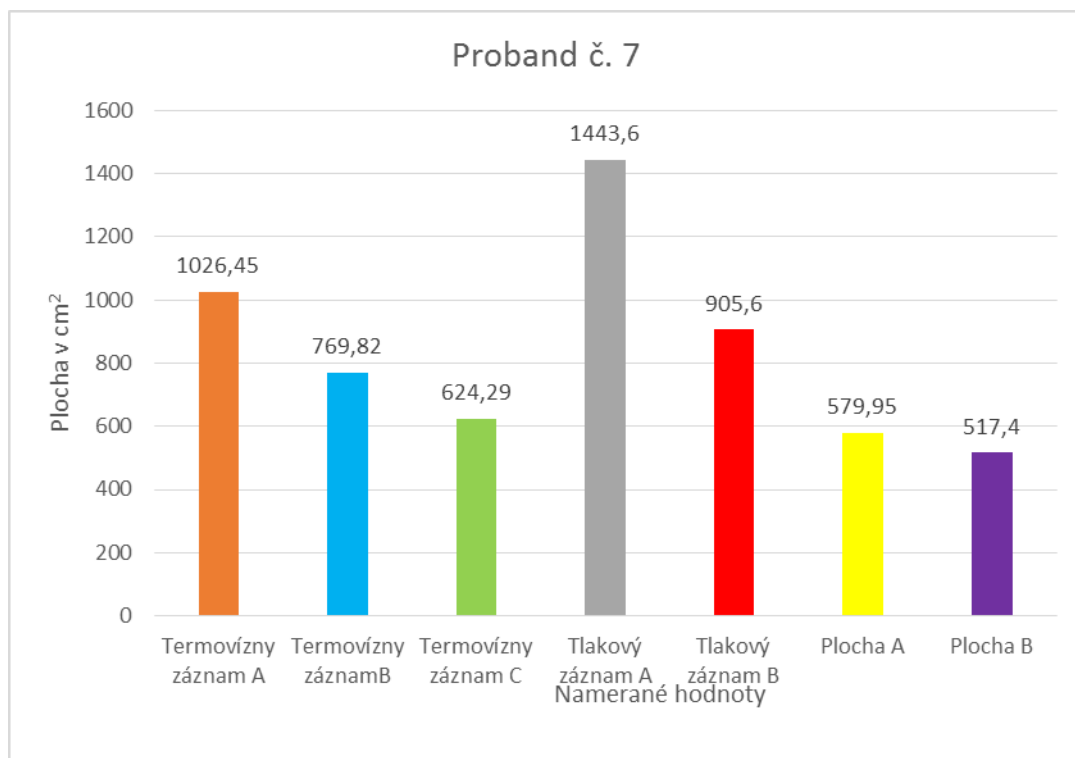
5.5.2 Proband číslo 7

Proband číslo 7 bol na základe svojich proporcií a hodnôt BMI a WHR indexu (viď tabuľka 3) zaradený do centrálného typu postavy s nadváhou. Počas experimentu boli zisťované rôzne plochy, kde namerané hodnoty v prípade probanda číslo 7 zobrazuje tabuľka 17.

Tabuľka 17 Namerané hodnoty probanda číslo 7

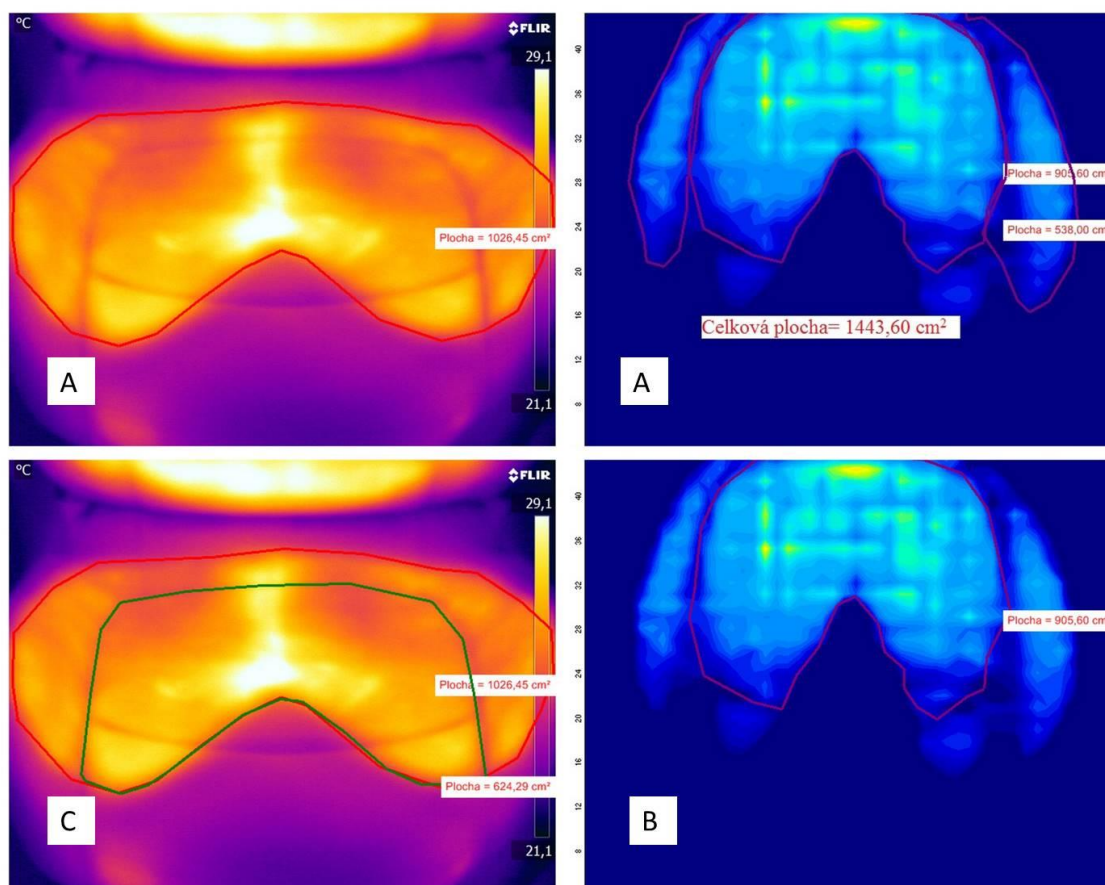
| Proband číslo | Termovízny záznam A | Termovízny záznam B | Termovízny záznam C | Tlakový záznam A | Tlakový záznam B | Plocha A | Plocha B |
|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|------------------|----------|----------|
| 7 | 1026,45 | 769,82 | 624,29 | 1443,60 | 905,60 | 579,95 | 517,40 |

Na základe experimentu bol najvyšší termovízny záznam získaný ako ručne zmeraná plocha (príloha 36) v cm^2 (termovízny záznam A). Pri tlakovom zázname (príloha 38) je to záznam získaný ako celková plocha v cm^2 (tlakový záznam A) a plocha navrhnutého vyhrievania sedacej časti v cm^2 (plocha A). Grafické znázornenie nameraných plôch zobrazuje graf 8.



Graf 8 Namerané hodnoty probanda číslo 7 v cm²

Termografické záznamy (príloha 35) zobrazujú tepelný záznam plochy sedadla ako aj návrh vyhrievanej plochy sedadla či plošné zastúpenie probandom na tejto ploche. Plochy termografického a tlakového záznamu probanda číslo 7 sa od seba líšia (obrázok 16). Nameraná hodnota termovízneho záznamu (termovízny záznam A, C) je nižšia ako plocha zmeraná pomocou tlakového záznamu (tlakový záznam A, B). Príčinou väčších tlakových záznamov je nie veľmi vyšportovaný typ postavy. Tuk sa rozložil po ploche a nezahrial plochu, ktorú by zahrial sval. V prípade probanda číslo 7 sa nedá uvažovať o substitúcii termovízneho a tlakového záznamu.



Obrázok 16 Porovnanie termovízií s tlakovými probanda číslo 7 [vlastný]

Počas experimentu boli zisťované dĺžky stehien zmerané na termovíznom zázname ako aj šírka panvy zmeraná na tom istom zázname (príloha 37). Tieto rozmery boli porovnávané s reálnou dĺžkou stehna a šírkou panvy probanda v polohe sedu. Pri probandovi číslo 7 je reálna šírka panvy väčšia ako šírka získaná pomocou termovízií. Reálna dĺžka stehna je trojnásobná oproti nameranej dĺžke pomocou termovízií. Príčinou takého veľkého dĺžkového rozdielu je správne sedenie na autosedačke a dodržanie správneho uhla medzi stehnom a kolenom. Získané rozmery v cm zobrazuje tabuľka 18.

Tabuľka 18 Šírka panvy a dĺžka stehna probanda číslo 7

| Proband číslo | Reálna šírka panvy | Termovízna šírka panvy | Reálna dĺžka stehna | Termovízna dĺžka stehna |
|---------------|--------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|
| 7 | 52 | 47,20 | 57 | 20,52 |

V prípade probanda číslo 7 sa ani v jednom z rozmerov nedá termovízny záznam nahradiť tlakovým.

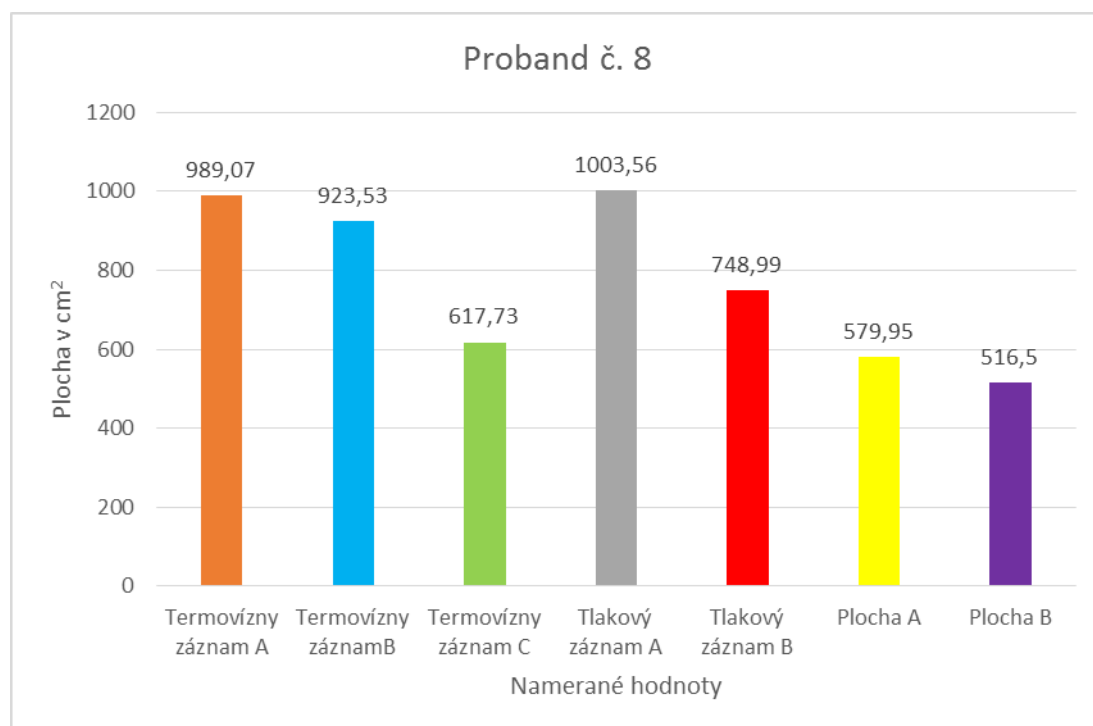
5.5.3 Proband číslo 8

Proband číslo 8 bol na základe svojich proporcií a hodnôt BMI a WHR indexu (viď tabuľka 3) zaradený do normálneho a periférneho typu postavy. Počas experimentu boli zisťované rôzne plochy, ktoré v prípade probanda číslo 8 zobrazuje tabuľka 19.

Tabuľka 19 Namerané hodnoty probanda číslo 8

| Pro-band číslo | Termovízny záznam A | Termovízny záznam B | Termovízny záznam C | Tlakový záznam A | Tlakový záznam B | Plocha A | Plocha B |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|------------------|----------|----------|
| 8 | 989,07 | 923,53 | 617,93 | 1003,56 | 748,99 | 579,95 | 516,50 |

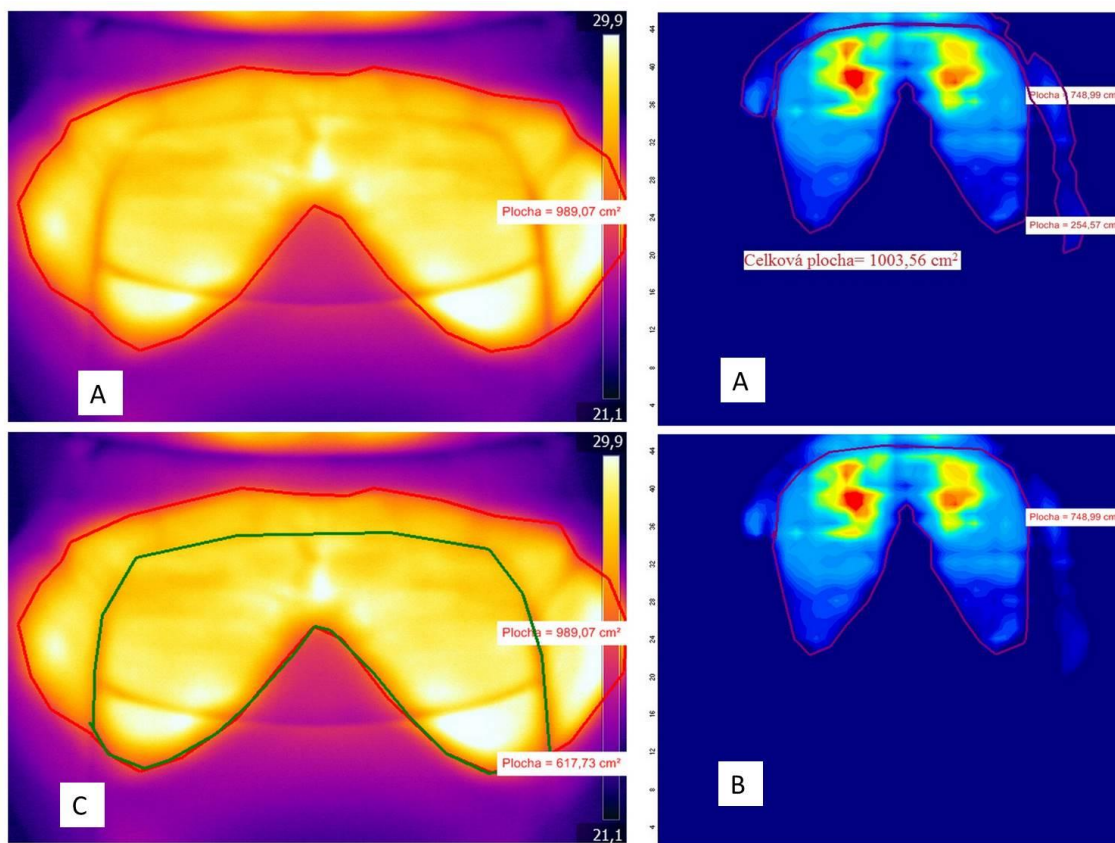
Na základe experimentu bol najvyšší termovízny záznam získaný ako ručne zmeraná plocha (príloha 40) v cm^2 (termovízny záznam A). Pri tlakovom zázname (príloha 42) je to záznam získaný ako celková plocha v cm^2 (tlakový záznam A) a plocha navrhnutého vyhrievania sedacej časti v cm^2 (plocha A). Grafické znázornenie nameraných plôch zobrazuje graf 9.



Graf 9 Namerané hodnoty probanda číslo 8 v cm^2

Termografické záznamy (príloha 39) zobrazujú tepelný záznam plochy sedadla ako aj návrh vyhrievanej plochy sedadla či plošné zastúpenie probandom na tejto ploche. Plochy termografického a tlakového záznamu probanda číslo 8 sa od seba líšia

(obrázok 17). Nameraná hodnota termovízneho záznamu (termovízny záznam A, C) je nižšia ako plocha zmeraná pomocou tlakového záznamu (tlakový záznam A, B). Tuky rozložené po ploche nezahriali plochu dostatočne tak, aby boli tieto záznamy rovnaké. Zistené výsledky tak vylučujú u probanda číslo 8 substitúciu termozáznamu s použitím tlakovej podložky.



Obrázok 17 Porovnanie termozáznamov s tlakovými probanda číslo 8 [vlastný]

Počas experimentu boli zisťované dĺžky stehien zmerané na termovíznom zázname ako aj šírka panvy zmeraná na tom istom zázname (príloha 41). Tieto rozmery boli porovnávané s reálnou dĺžkou stehna a šírkou panvy probanda v polohe sedu. Pri probandovi číslo 8 je reálna šírka panvy skoro rovnaká ako šírka získaná pomocou termozáznamu. Reálna dĺžka stehna je viac dvojnásobná oproti nameranej dĺžke pomocou termozáznamu. Príčinou takého veľkého dĺžkového rozdielu je správne sedenie na autosedačke a dodržanie správneho uhla medzi stehnom a kolenom. Získané rozmery v cm zobrazuje tabuľka 20.

Tabuľka 20 Šírka panvy a dĺžka stehna porobanda číslo 8

| Proband číslo | Reálna šírka panvy | Termovízna šírka panvy | Reálna dĺžka stehna | Termovízna dĺžka stehna |
|---------------|--------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|
| 8 | 49 | 49,60 | 57 | 22,20 |

U probanda číslo 8 je možné uvažovať o šírkových rozmeroch a využití termovízneho záznamu.

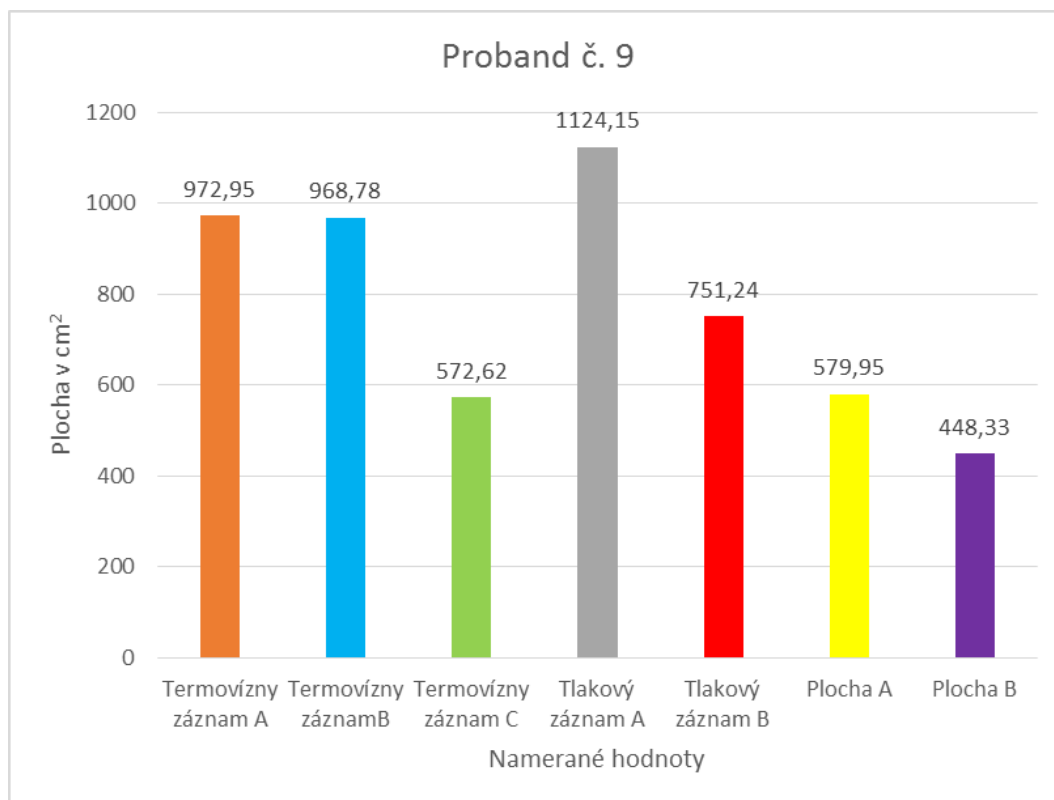
5.5.4 Proband číslo 9

Proband číslo 9 bol na základe svojich proporcií a hodnôt BMI a WHR indexu (viď tabuľka 3) zaradený do vyrovnaného typu postavy s podváhou. Počas experimentu boli zisťované rôzne plochy, ktoré v prípade probanda číslo 9 zobrazuje tabuľka 21.

Tabuľka 21 Namerané hodnoty probanda číslo 9

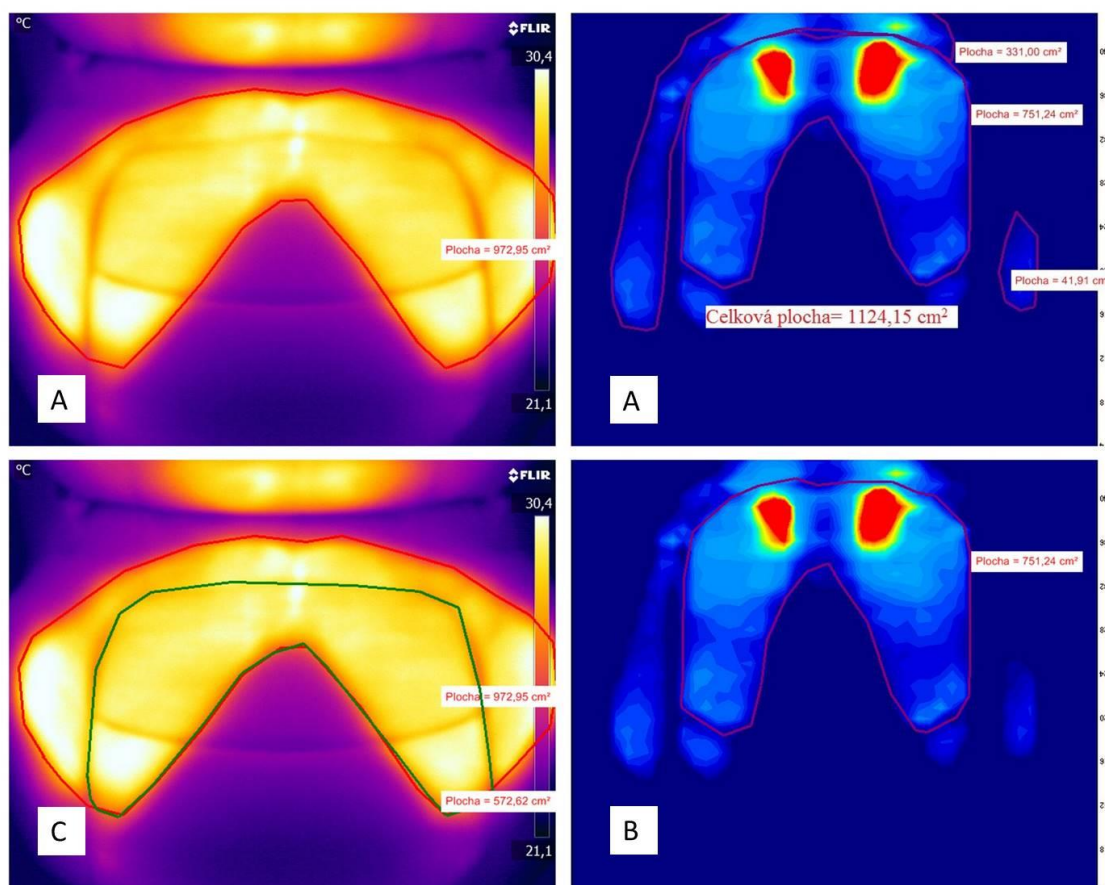
| Proband číslo | Termovízny záznam A | Termovízny záznam B | Termovízny záznam C | Tlakový záznam A | Tlakový záznam B | Plocha A | Plocha B |
|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|------------------|----------|----------|
| 9 | 972,95 | 968,78 | 572,62 | 1124,15 | 751,24 | 579,95 | 448,33 |

Z výsledkom experimentu v prípade probanda číslo 9 plynie, že najvyšší termovízny záznam bol získaný ako ručne zmeraná plocha (príloha 44) v cm^2 (termovízny záznam A). Pri tlakovom zázname (príloha 46) je to záznam získaný ako celková plocha v cm^2 (tlakový záznam A) a plocha navrhnutého vyhrievania sedacej časti v cm^2 (plocha A). Grafické znázornenie nameraných plôch zobrazuje graf 10.



Graf 10 Namerané hodnoty probanda číslo 9 v cm²

Termografické záznamy (príloha 43) zobrazujú tepelný záznam plochy sedadla ako aj návrh vyhrievanej plochy sedadla či plošné zastúpenie probandom na tejto ploche. Plochy termografického a tlakového záznamu probanda číslo 9 sa od seba líšia (obrázok 18). Nameraná hodnota termovízneho záznamu (termovízny záznam A, C) je nižšia ako plocha zmeraná pomocou tlakového záznamu (tlakový záznam A, B). V prípade probanda číslo 9 sa nedá uvažovať o substitúcii termovízneho a tlakového záznamu.



Obrázok 18 Porovnanie termozáznamov s tlakovými probanda číslo 9 [vlastný]

Počas experimentu boli zisťované dĺžky stehien zmerané na termovíznom zázname ako aj šírka panvy zmeraná na tom istom zázname (príloha 45). Tieto rozmery boli porovnávané s reálnou dĺžkou stehna a šírkou panvy probanda v polohe sedu. Pri probandovi číslo 9 je reálna šírka panvy menšia ako šírka získaná pomocou termozáznamu. Reálna dĺžka stehna je viac ako dvojnásobná oproti nameranej dĺžke pomocou termozáznamu. Príčinou takého veľkého dĺžkového rozdielu je správne sedenie na autosedačke a dodržanie správneho uhla medzi stehnom a kolenom. Získané rozmery v cm zobrazuje tabuľka 22.

Tabuľka 22 Šírka panvy a dĺžka stehna porobanda číslo 9

| Proband číslo | Reálna šírka panvy | Termovízna šírka panvy | Reálna dĺžka stehna | Termovízna dĺžka stehna |
|---------------|--------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|
| 9 | 47 | 49,50 | 56 | 23,50 |

V prípade probanda číslo 9 sa nedá uvažovať o dĺžkových a šírkových rozmeroch o substitúcii tlakového a termozáznamu.

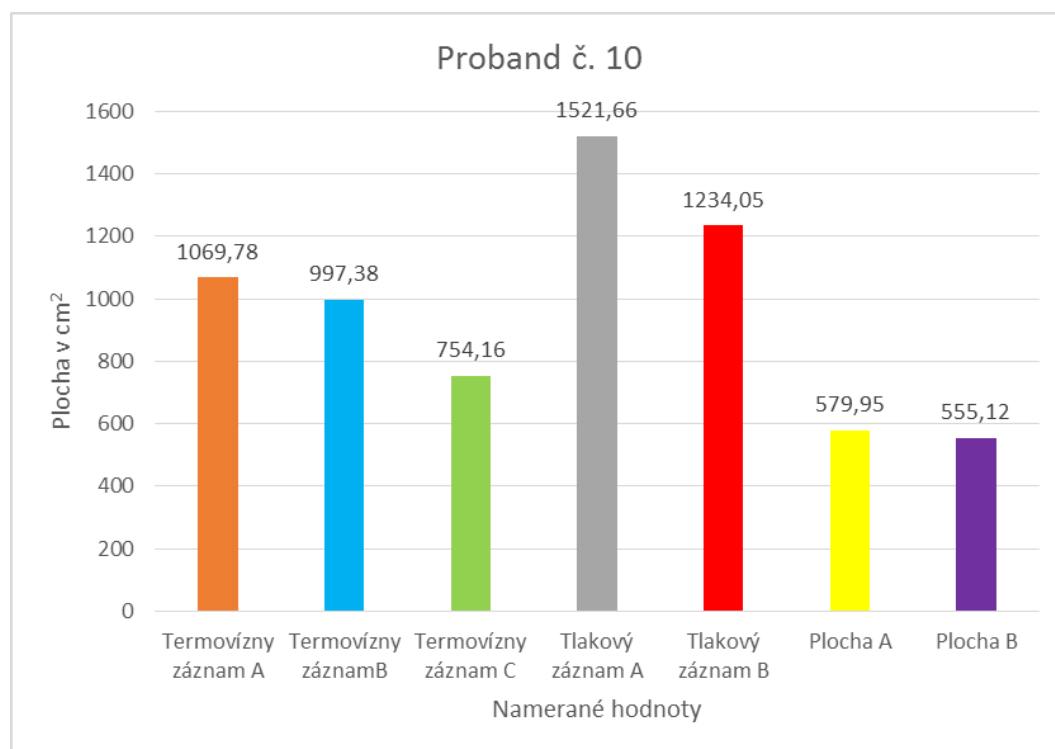
5.5.5 Proband číslo 10

Proband číslo 10 bol na základe svojich proporcií a hodnôt BMI a WHR indexu (viď tabuľka 3) zaradený do normálneho a periférneho typu postavy. Počas experimentu boli zisťované rôzne plochy, ktoré v prípade probanda číslo 10 zobrazuje tabuľka 23.

Tabuľka 23 Namerané hodnoty probanda číslo 10

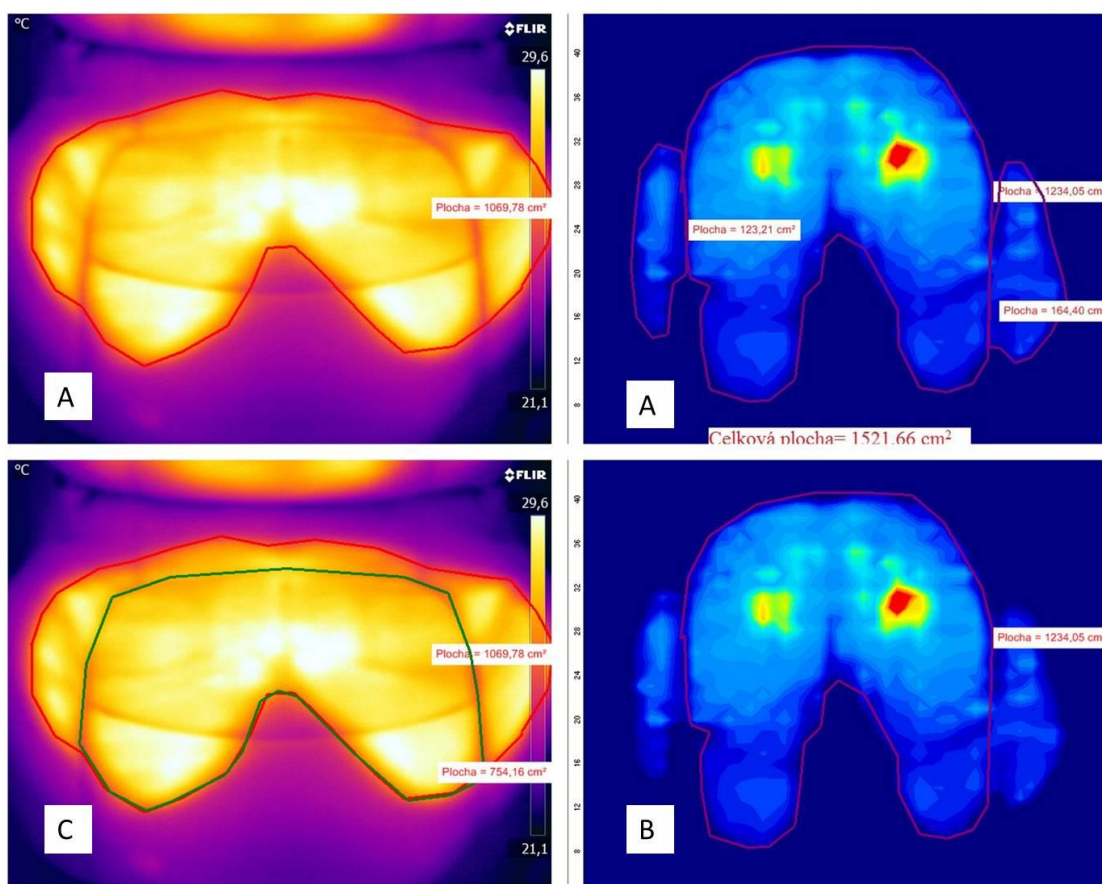
| Pro-band číslo | Termovízny záznam A | Termovízny záznam B | Termovízny záznam C | Tlakový záznam A | Tlakový záznam B | Plocha A | Plocha B |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|------------------|----------|----------|
| 10 | 1069,78 | 997,38 | 754,16 | 1521,66 | 1234,05 | 579,95 | 555,12 |

Z výsledkom experimentu v prípade probanda číslo 10 plynie, že najvyšší termovízny záznam bol získaný ako ručne zmeraná plocha (príloha 48) v cm^2 (termovízny záznam A). Pri tlakovom zázname (príloha 50) je to záznam získaný ako celková plocha v cm^2 (tlakový záznam A) a plocha navrhnutého vyhrievania sedacej časti v cm^2 (plocha A). Grafické znázornenie nameraných plôch zobrazuje graf 11.



Graf 11 Namerané hodnoty probanda číslo 10 v cm^2

Termografické záznamy (príloha 47) zobrazujú tepelný záznam plochy sedadla ako aj návrh vyhrievanej plochy sedadla či plošné zastúpenie probandom na tejto ploche. Plochy termografického a tlakového záznamu probanda číslo 10 sa nezhodujú (obrázok 19). Nameraná hodnota termovízneho záznamu (termovízny záznam A) je nižšia ako plocha zmeraná pomocou tlakovej podložky (tlakový záznam A). Rozdielne veľkosti plôch termovízneho záznamu získané ručným obkresľovaním (termovízny záznam C) a tlakového záznamu sedacej časti (tlakový záznam B) vylučujú u probanda číslo 10 substitúciu termozáznamu použitím tlakovej podložky.



Obrázok 19 Porovnanie termozáznamov s tlakovými probanda číslo 10 [vlastný]

Počas experimentu boli zisťované dĺžky stehien zmerané na termovíznom zázname ako aj šírka panvy zmeraná na tom istom zázname (príloha 49). Tieto rozmery boli porovnávané s reálnou dĺžkou stehna a šírkou panvy probanda v polohe sedu. Pri probandovi číslo 10 je reálna šírka panvy menšia ako šírka získaná pomocou termozáznamu. Reálna dĺžka stehna je viac ako dvojnásobná oproti nameranej dĺžke pomocou termozáznamu. Príčinou takého veľkého dĺžkového rozdielu je správne

sedenie na autosedačke a dodržanie správneho uhla medzi stehnom a kolenom. Získané rozmery v cm zobrazuje tabuľka 24.

Tabuľka 24 Šírka panvy a dĺžka stehna porobanda číslo 10

| Proband číslo | Reálna šírka panvy | Termovízna šírka panvy | Reálna dĺžka stehna | Termovízna dĺžka stehna |
|---------------|--------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|
| 10 | 47 | 48,20 | 58 | 23,45 |

V prípade probanda číslo 10 sa nedá o dĺžkových a šírkových rozmeroch uvažovať o substitúcii tlakového a termozáznamu.

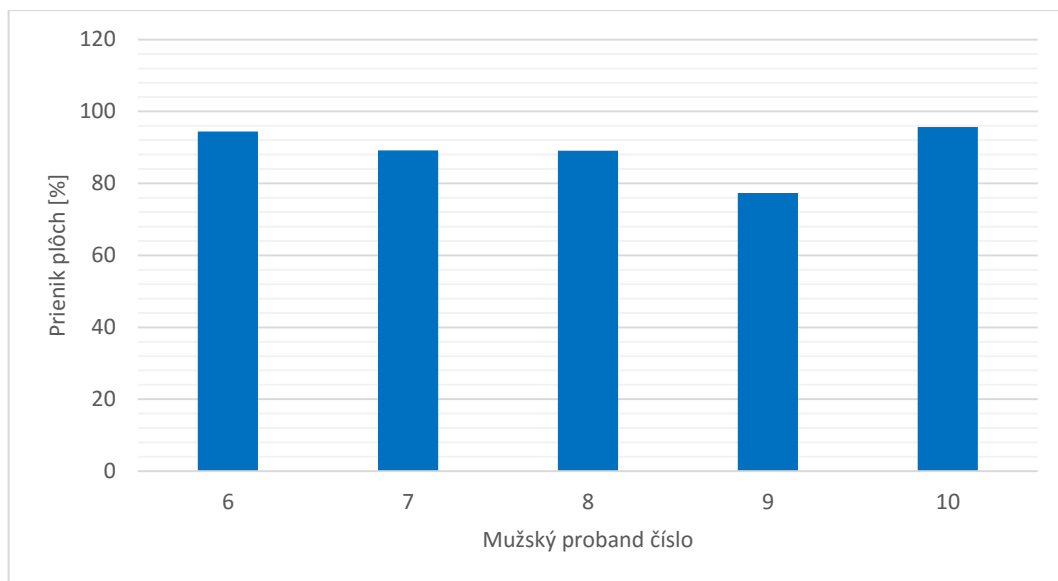
5.6 Obsadenosť plochy probandom 6 - 10

Na základe získaných údajov z experimentu bolo stanovené percentuálne zastúpenie plochy probandom v nami navrhnutom umiestnení vyhrievania autosedačky. Tieto výsledky zobrazuje tabuľka 25.

Tabuľka 25 Percentuálne zastúpenie plochy mužským probandom na vyhrievanej časti autosedačky

| Mužský proband číslo | Prienik plôch - % |
|----------------------|-------------------|
| 6 | 94,4 |
| 7 | 89,2 |
| 8 | 89,1 |
| 9 | 77,3 |
| 10 | 95,7 |

V prípade probandov 6 až 10 sa dá hovoriť o optimálnom umiestnení vyhrievania autosedačky. Percentuálne vyjadrenie obsadenej plochy vyjadruje graf 12



Graf 12 Percentuálne zastúpenie plochy mužským probandom na vyhrievanej časti autosedačky

5.7 Čiastkový záver

Mužskí probandi mali výšku s priemerom 180 cm a váhu 75 kg. Obvod pásu bol 85 cm a obvod sedu 99 cm. Väčšina mužov zúčastnených na experimente mala na základe BMI indexu normálnu postavu a na základe WHR indexu boli títo probandi periférnej postavy. Rozdiel medzi ručným meraním termo záznamovej plochy a plochy meranej pomocou binárneho obrazu bol zanedbateľný. Priemerná hraničná teplota binárneho obrazu 25,9 °C bola totožná s vizuálnym posúdením hranice pomocou oranžovej línie. Tlakové záznamy boli pri mužských probandoch väčšie ako termo záznamy. Periférny typ postavy mužov spôsobil to, že ako v celkovej ploche, tak aj v ploche bez vyvýšenia boli tlakové záznamy väčšie. Návrh vyhrievania časti autosedačky je pri mužskej postave optimálny, 89 %. Dôvodom nižšieho percentuálneho výsledku je postavenie a tvar mužskej panvy a spôsob pohodlného sedenia.

Šírka panvy zmeraná na termo zázname bola skoro totožná so skutočnou šírkou zmeranou na probandoch v polohe sedu. Dĺžka stehna bola na termo zázname o viac ako polovicu menšia, čo zapríčinila vyššia postava a správny spôsob sedenia. Vzhľadom na normálnu výšku mužov a dodržanie správneho uhla medzi kolenom a lýtkom mala väčšina probandov položené nohy tak, že sa im nedotýkali celé stehná sedacej časti autosedačky.

V prípade experimentu sa pri mužských probandoch nedá termozáznam nahradiť použitím tlakovej podložky.

6 Záver

V dnešnej dobe je automobil neoddeliteľnou súčasťou každodenného života ľudí. Okrem bezpečnosti, jazdných vlastností, vnútorného usporiadania sú to práve sedadlá, ktoré výrazne ovplyvňujú kúpu daného automobilu. Sedadlo musí byť konštruované tak, aby sa pasažier aj počas niekoľkohodinovej cesty cítil vo vozidle príjemne a k tomuto komfortu prispieva aj odvetrávanie tepla a vzduchu na zaťažených častiach autosedačky. Kožené, tkané či pletené potahy autosedačky vstrebávajú do seba pot, vlhkosť a teplo, ktoré následne priechodmi v polyuretánovej pene voľne prechádzajú do ovzdušia samotného automobilu. Automobilová sedačka je z hľadiska komfortu pasažierov automobilu prispôsobiteľná rôznym typom postáv, výškam a váham. Komfortné sedenie je jednoducho ovládateľné polohovateľným operadlom sedačky a tvarom autosedačky. V zimných mesiacoch pasažier považuje za určitý komfort aj vyhrievanie sedadla autosedačky. Vyhrievanie zabezpečuje rovnomerné zahriatie plochy pomocou karbónových drôtikov, ktoré nie je pod čalúnením cítiť.

Experimentálna časť pozostávala z voľby vhodných probandov, ktorí sa okrem veku a pohlavia líšili BMI a WRH indexom. V priebehu experimentu si probandi jednotlivito sadali na vopred zvolenú autosedačku. Sedačka bola pre každého probanda nastavená rovnako, čo bolo pri vyšších postavách ideálne pre zachovanie požadovaného komfortného sedenia a dodržanie zvieraného 120° uhla medzi lýtkom a stehnom. Pri nižších postavách bolo toto sedenie zabezpečené podložením nôh v potrebnej výške. Probandi zotrvali v polohe 2 minúty pre termovízny záznam a pár sekúnd pre záznam tlakový. Pomocou obrazovej analýzy boli zosnímané obrazy skalibrované a následne na to vypočítané zastúpené plochy pomocou binárneho obrazu či obrazu vykresľovaného ručne. Pre binárny obraz termovízneho záznamu bola zvolená teplota hranice počítania pre každé pohlavie zvlášť. Pri ručnom vykresľovaní obrazu určovala hranicu termovízneho záznamu oranžová farba, ktorá predstavovala obsadenú plochu a pri tlakovom zázname to bol samotný tlak vynaložený na tlakovej podložke.

Na základe experimentu bolo zistené, že substitúciu termovízneho a tlakového záznamu je možné realizovať len vtedy, ak je známe, o akého probanda ide. U žien s periférnym typom postavy je táto zámena možná len v prípade, že by šlo o vodorovnú plochu. Hodnoty získané pomocou experimentu nevykazujú v tomto prípade síce 100 % zhodu, ale rozdiel je minimálny. V prípade vystúplosti na podložke by táto zámena

nebola možná, pretože tlaková mapa je väčšia ako teplotná. Tým, že periférny typ postavy ukladá tuky do oblasti bokov a pozadia, zaberie väčšiu tlakovú plochu. Tuk neprenáša teplo v takej miere ako sval a z toho dôvodu je termovízny záznam menší. U mužov s periférnym typom postavy bol v oboch prípadoch experimentu tlakový záznam väčší ako tepelný. Dôvodom tohto výsledku je iné postavenie ľudskej panvy pri ženskej a mužskej postave. Ako už bolo zmienené, tuk sa pri tomto type postavy ukladá do bokov a pozadia, čo sa vyobrazilo aj na záznamoch. Postavenie panvy zohralo veľkú rolu aj pri obsadení plochy v mnou navrhnutom umiestnení vyhrievania pre sedáciu častí autosedačky. Zatiaľ, čo u žien bola táto plocha v priemere zastúpená z 96 % u mužov to bolo len z 89 %. Aj napriek rozdielu je môj návrh optimálny pre obe pohlavia s maximálnym využitím tepla a minimálnym únikom.

Na základe zistení konštatujem, že v komplexe nie je možné uvažovať o zámene termokamery s tlakovou podložkou. Každé zariadenie je možné využiť na niečo iné, ale najskôr je potrebné poznať daného probanda a jeho potreby. Veľké využitie týchto prístrojov vidím v zdravotníctve, či už v konštruovaní invalidných vozíčkov, alebo pri pacientoch dlhodobo pripútaných na lôžko. Pri konštrukcii invalidného vozíka pre určitého probanda by sa za pomoci termovíznej kamery dala zistiť obsadená plocha na vozíčku. Ak by mal proband okrem iného aj problémy so správnym držaním tela, dalo by sa tlakovou podložkou zistiť, na ktoré miesta je vynaložený najväčší tlak a ten eliminovať vhodnou konštrukciou vozíčka či dotvorením pomocou polyuretánovej peny. Okrem zdravotníctva je možné tieto prístroje využiť aj v kancelárskych priestoroch, a to na konštrukciu stoličky, čím sa dosiahne spríjemnenie dlhodobého sedenia za stolom.

Zdroje

[1] ŠMELHAUS, Jan. *Fyziologický komfort automobilových sedačiek* [online]. Liberec, 2011 [cit. 2015-06-07]. Dostupné z:

<http://www.kht.tul.cz/items/A-BP/bp2011/Jan%20%C5%A0melhaus%20%20-%20Fyziologick%C3%BD%20komfort%20automobilov%C3%BDch%20sedada%C4%8Dek.pdf>. Bakalárska práca. TUL. Vedoucí práce Doc. Ing. A. Havelka, Csc.

[2] TUČEK, Jan. Automobil revue: Mercedes - Benz 450 SE/SEL (W116) – Suverén. *Mercedes - Benz* [online]. 19.12.2012. 2012 [cit. 2015-06-06]. Dostupné z: http://www.automobilrevue.cz/rubriky/automobily/historie/mercedes-benz-450-se-sel-w116-suveren_41772.html

[3] Serious Wheels. *Serious Wheels Classic, Muscle & Sports Cars: Saab 99 - 1971 Heated Drivers Seat* [online]. 2000 [cit. 2015-06-06]. Dostupné z: <http://www.seriouswheels.com/1960-1969/1968-1984-Saab-99-1971-Heated-Drivers-Seat-1920x1440.htm>

[4] FROHRIEP, Dr. Susanne. *Johnson Controls: Seating Comfort Concepts*. Nemecko, 2014.

[5] MERGL, Dr. Ing. Christian. *BROSE Technik für Automobile: Summary on the current status of seating comfort reserch from the point of view of a seat devvelopment engineer*. Nemecko, 2014.

[6] POKORNÝ, Ondřej. *Textilie v interiéru osobných automobilů z hlediska akustických vlastností* [online]. Liberec, 2010 [cit. 2015-06-05]. Dostupné z: <http://www.kht.tul.cz/items/A-BP/2010/Pokorn%C3%BD%20-%20Textilie%20v%20interi%C3%A9ru%20osobn%C3%ADch%20automobil%C5%AF%20z%20hlediska%20akustick%C3%BDch%20vlastnost%C3%AD.pdf>. Bakalárska práca. TUL. Vedoucí práce Doc. Ing. Eliška Chrpová, Csc.

[7] Opel Calibra. *Opel Calibra: Demontáž predného sedadla* [online]. 2008 [cit. 2015-06-07]. Dostupné z: <http://opelcalibra.wz.cz/calibra190.htm>

[8] Škoda techweb. *Škoda techweb: Zprovoznění vozidla po povodni* [online]. 2002 [cit. 2015-06-07]. Dostupné z: <http://skoda.panda.cz/clanek.php?id=373>

[9] *Loss of the Lumbar Curve in the Driving Seat A Twenty Person Study: Reprinted & edited from British Osteopathic Journal Vol XIX pp 19-23, 1996.* [online]. 1996 [cit. 2015-06-03]. Dostupné z:

<http://www.car-seat-data.co.uk/Loss%20of%20the%20Lumbar%20Curve.htm>

[10] *VISIONS, ľudia, technológie, inovácie: Fabrika budúcnosti* [online]. 01/2008 [cit. 2015-04-10]. ISSN 1337-0014. Dostupné z:

https://www.cee.siemens.com/web/sk/sk/siemens_slovensko/Documents/visions_01_2008.pdf

[11] *Math - based Product Design in CAD using Biomechanics Comfort in Car Seats* [online]. 2011 [cit. 2015-06-07]. Dostupné z:

<http://www.slideshare.net/MacReynolds/math-based-product-design-in-cad-using-biomechanics-for-comfort-in-car-seats>

[12] STETTER, Prof. Dr. Ing. Ralf. *INNOVATIVE FOAMS THROUGH ANALYSIS OF THE PHYSICAL CHARACTERISTICS*. Nemecko, 2014.

[13] BERNARD, Stefano, Matteo MASTROPAOLO a Andrea ZUSSINO. *CENTRO RICERCHE FIAT: Thermal comfort on car seats*. Taliansko, 2014.

[14] *Thermetrics - Advanced Thermal Measurement Technology: Project Profile - A tale of two STANs* [online]. 2014 [cit. 2015-06-07]. Dostupné z: <http://www.thermetrics.com/solutions/project-profile-tale-two-stans>

[15] POKRÝVKA, Marek. *Auto Bild Slovensko: Interiér vytvára charakter auta* [online]. 2011 [cit. 2015-06-07]. Dostupné z:

<http://autobild.cas.sk/clanok/184864/interier-vytvara-charakter-auta>

[16] *Genesis centre: Thermography* [online]. 2013 [cit. 2015-06-08]. Dostupné z: <http://thegenesiscenter.com/thermography/>

[17] KLEIN, Pavel. *Stanovení savosti textilií vůči vodě pomocí termografické techniky: Bakalárska práca*. Liberec, 2014.

- [18] *ESOS - Efektivní Starost O vaše Stroje: TERMOdiagnostika* [online]. 2013 [cit. 2015-06-08]. Dostupné z: <http://www.diagnostikastroju.cz/termodiagnostika.php>
- [19] *Ing. Jan Vršák - Termodiagnostika, stavební a poradenské služby: Termodiagnostika* [online]. 2012 [cit. 2015-06-08]. Dostupné z: <http://termodiag.cz/termodiagnostika/>
- [20] *Optický premenlivá farba: Rozklad svetla* [online]. 2009 [cit. 2015-06-08]. Dostupné z: http://www.szsbaikalska.sk/data/01/projekty/2008_2009/heroes/euro/Opticky_premenniv%E1_farba.html
- [21] *Měření tlaku: Měření tlakového pole tlakovou podložkou. Výukový materiál* [online]. 2015 [cit. 2015-06-09]. Dostupné z: <http://www.kod.tul.cz/predmety/STE/cviceni/cviko1.pdf>
- [22] *JPM Jen pro muže: Tenzometrická deska „Foot plate“* [online]. 2013 [cit. 2015-06-09]. Dostupné z: <http://www.jenpromuze.cz/manual/techno-hracky/7787-jste-blazni-do-behani-nebo-se-chystate-na-prvni-kilometry>
- [23] Ing. Viktória RAJČUKOVÁ, doc. Ing. Radovan HUDÁK, PhD. a Dr.h.c. prof. Ing. Jozef ŽIVČÁK, PhD. *Transfer inovácií. Využitie maticových tlakových senzorov (MTS) v protetike a ortonike* [online]. Košice, 2013 [cit. 2015-06-09]. Dostupné z: <http://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/25-2013/pdf/227-231.pdf>
- [24] *Auto & tuning magazín: Vyhrievanie sedadiel z karbónu od firmy Keetec* [online]. 2014 [cit. 2015-06-09]. Dostupné z: <http://www.tuning.sk/?name=vyhrievanie-sedadiel-keetec-sedadla-autopotahy-interier-doplňky>
- [25] *Autoseatig, s. r. o.: Vyhřívání sedadla* [online]. 2014 [cit. 2015-06-09]. Dostupné z: <http://www.autoseating.cz/recaro/vyhrivani-sedadla/>
- [26] SAJDL, Jan. *Autolexicon.net: Airscarf* [online]. 2011 [cit. 2015-06-09]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/airscarf/>
- [27] *Auto-car.sk: Vyhrievané sedadlá z Vás môžu urobiť impotentov* [online]. 2012 [cit. 2015-06-09]. Dostupné z: <http://www.auto-car.sk/poradca/vyhrievane-sedadla-z-vas-mozu-urobit-impotentov>

- [28] ČSN 30 0724. *Silniční motorová vozidla: Poloha sedících osob v osobním automobilu*. Prvé. Český normalizační institut, Praha: ČESKOSLOVENSKÁ STÁTNÍ NORMA, 1.8.1991.
- [29] ČSN 30 0725* ST SEV 4016-83. *Silniční vozidla: Figurína a kreslicí šablona*. Prvé. Český normalizační institut, Praha: ČESKOSLOVENSKÁ STÁTNÍ NORMA, 1.1.1986.
- [30] *Zvonku krásne - zvnútra zdravé: Whr index výpočet* [online]. peknetelo.eu, 2015 [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: <http://schudnutie.peknetelo.eu/whr.html>
- [31] *SME: Výpočet indexu telesnej hmotnosti (BMI)* [online]. Bratislava: SME, 2013 [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: <http://primar.sme.sk/kalkulacky/vypocet-bmi-indexu.php>
- [32] *Chudnutie: WHR index* [online]. 2004 [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: <http://www.chudnutie-ako.sk/cisla/whr-index>
- [33] *Michelle Baumgartner: Know Your Body Type* [online]. 2015 [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: <http://dietandweightlosslies.com/know-your-body-type/>
- [34] *Anatomie pánve, hlavičky, pánevní rozměry, hlavička novorozence*. Zdravotnícká škola
- [35] Emisivita. *ELSO Philips Service, spol. s r.o.*, [online]. Trenčín [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: <http://www.else.sk/sk/content/36-emisivita-materialu>
- [36] Meranie stupňa emisivity (E) a odraznej (reflektujúcej) teploty RTC v praxi. *Základy termografie* [online]. Košice: K - TEST, s.r.o. [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: <http://www.termokamery.net/--12-9-meranie-stupna-emisivity--e--a-odraznej--reflektujucej--teploty-rtc-v-praxi->
- [37] KULHAVÝ, Ing. Petr. *Vyhrievanie autosedačky - termosnímký*. Liberec.
- [38] *LÉČEBNĚ-REHABILITAČNÍ PLÁN A POSTUP PO PORODU* [online]. Brno: Masarykova univerzita Lékařská fakulta, 2011 [cit. 2016-05-03]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/326196/lf_b/bakalarska_prace_3pyvr.pdf
- [39] *FLIR X8000 sc / FLIR X6000 sc: Technical specifications* [online]. FLIR [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://www.videol.ch/files/documents/flir-x6540sc.pdf>

Zoznam použitých obrázkov

| | |
|--|----|
| Obrázok 2 Umiestnenie vyhrievania na sedacej časti autosedačky [37] | 20 |
| Obrázok 2 Autosedačka [vlastný] | 27 |
| Obrázok 3 Poloha vodiča a rozsah nastavenia sedadla [28] | 28 |
| Obrázok 4 Postavenie ženskej a mužskej panvy [34] | 28 |
| Obrázok 5 Grafické zobrazenie experimentu [vlastný] | 30 |
| Obrázok 6 Poloha probanda počas experimentu [vlastný] | 31 |
| Obrázok 7 Termografický (vľavo) a tlakový záznam (vpravo) určený na kalibráciu [vlastný] | 32 |
| Obrázok 8 Stanovenie hranice vykreslenia plochy termografu – mužská postava [vlastný] | 33 |
| Obrázok 9 Navrhnutá optimálna plocha umiestnenia vyhrievania autosedačky[vlastný] | 34 |
| Obrázok 10 Porovnanie termozáznamov s tlakovými probanda číslo 1 [vlastný] | 37 |
| Obrázok 11 Porovnanie termozáznamov s tlakovými probanda číslo 2 [vlastný] | 40 |
| Obrázok 12 Porovnanie termozáznamov s tlakovými probanda číslo 2 [vlastný] | 42 |
| Obrázok 13 Porovnanie termozáznamov s tlakovými probanda číslo 4 [vlastný] | 45 |
| Obrázok 14 Porovnanie termozáznamov s tlakovými probanda číslo 5 [vlastný] | 48 |
| Obrázok 15 Porovnanie termozáznamov s tlakovými probanda číslo 6 [vlastný] | 52 |
| Obrázok 16 Porovnanie termozáznamov s tlakovými probanda číslo 7 [vlastný] | 55 |
| Obrázok 17 Porovnanie termozáznamov s tlakovými probanda číslo 8 [vlastný] | 57 |
| Obrázok 18 Porovnanie termozáznamov s tlakovými probanda číslo 9 [vlastný] | 60 |
| Obrázok 19 Porovnanie termozáznamov s tlakovými probanda číslo 10 [vlastný] | 62 |

Zoznam tabuliek

| | |
|--|----|
| Tabuľka 1 Konečné hodnoty BMI indexu [31] | 29 |
| Tabuľka 2 Výsledné hodnoty WHR indexu [30] | 29 |
| Tabuľka 3 Vstupné údaje probandov | 34 |
| Tabuľka 4 Namerané hodnoty probanda číslo 1 | 35 |
| Tabuľka 5 Šírka panvy a dĺžka stehna porobanda číslo 1 | 37 |
| Tabuľka 6 Namerané hodnoty probanda číslo 2 | 38 |
| Tabuľka 7 Šírka panvy a dĺžka stehna porobanda číslo 2 | 40 |
| Tabuľka 8 Namerané hodnoty probanda číslo 3 | 41 |
| Tabuľka 9 Šírka panvy a dĺžka stehna porobanda číslo 3 | 43 |
| Tabuľka 10 Namerané hodnoty probanda číslo 4 | 43 |
| Tabuľka 11 Šírka panvy a dĺžka stehna porobanda číslo 4 | 45 |
| Tabuľka 12 Namerané hodnoty probanda číslo 5 | 46 |
| Tabuľka 13 Šírka panvy a dĺžka stehna porobanda číslo 5 | 48 |
| Tabuľka 14 Percentuálne zastúpenie plochy ženským probandom na vyhrievanej časti autosedačky | 49 |
| Tabuľka 15 Namerané hodnoty probanda číslo 6 | 51 |
| Tabuľka 16 Šírka panvy a dĺžka stehna porobanda číslo 6 | 53 |
| Tabuľka 17 Namerané hodnoty probanda číslo 7 | 53 |
| Tabuľka 18 Šírka panvy a dĺžka stehna porobanda číslo 7 | 55 |
| Tabuľka 19 Namerané hodnoty probanda číslo 8 | 56 |
| Tabuľka 20 Šírka panvy a dĺžka stehna porobanda číslo 8 | 58 |
| Tabuľka 21 Namerané hodnoty probanda číslo 9 | 58 |

| | |
|--|----|
| Tabuľka 22 Šírka panvy a dĺžka stehna porobanda číslo 9 | 60 |
| Tabuľka 23 Namerané hodnoty probanda číslo 10 | 61 |
| Tabuľka 24 Šírka panvy a dĺžka stehna porobanda číslo 10 | 63 |
| Tabuľka 25 Percentuálne zastúpenie plochy mužským probandom na vyhrievanej časti autosedačky | 63 |

Zoznam grafov

| | |
|---|----|
| Graf 8 Namerané hodnoty probanda číslo 1 v cm^2 | 36 |
| Graf 9 Namerané hodnoty probanda číslo 2 v cm^2 | 39 |
| Graf 10 Namerané hodnoty probanda číslo 3 v cm^2 | 41 |
| Graf 11 Namerané hodnoty probanda číslo 4 v cm^2 | 44 |
| Graf 12 Namerané hodnoty probanda číslo 5 v cm^2 | 47 |
| Graf 13 Percentuálne zastúpenie plochy ženským probandom na vyhrievanej časti autosedačky | 49 |
| Graf 14 Namerané hodnoty probanda číslo 6 v cm^2 | 51 |
| Graf 8 Namerané hodnoty probanda číslo 7 v cm^2 | 54 |
| Graf 9 Namerané hodnoty probanda číslo 8 v cm^2 | 56 |
| Graf 10 Namerané hodnoty probanda číslo 9 v cm^2 | 59 |
| Graf 11 Namerané hodnoty probanda číslo 10 v cm^2 | 61 |
| Graf 12 Percentuálne zastúpenie plochy mužským probandom na vyhrievanej časti autosedačky | 64 |

Prílohy

Príloha 1: Rez vyhrievaným sedadlom firmy SAAB z roku 1971 [3]

Príloha 2: Konštrukcia sedadla Škoda Panda [8]

Príloha 3: Správna poloha tela na sedadle automobilu [9]

Príloha 4: Virtuálne zobrazenie polohy tela za volantom automobilu [11]

Príloha 5: Detailný pohľad na oblasti potenia [14]

Príloha 6: Vyhrievanie sedadla firmy Keetec [24]

Príloha 7: Vlnová dĺžka [20]

Príloha 8: Termogram ľudského tela [16]

Príloha 9: Využitie tlakovej podložky v obuvníctve [22]

Príloha 10: Dotazník [vlastný]

Príloha 11: Termografický záznam probanda číslo 1 [vlastný]

Príloha 12: Plochy probanda číslo 1 vyhodnotené dvoma metódami [vlastný]

Príloha 13: Šírka panvy a dĺžky stehien meraná na termovíznom zázname probanda číslo 1 [vlastný]

Príloha 14: Tlakový záznam probanda číslo 1 [vlastný]

Príloha 15: Termografický záznam probanda číslo 2 [vlastný]

Príloha 16: Plochy probanda číslo 2 vyhodnotené dvoma metódami [vlastný]

Príloha 17: Šírka panvy a dĺžky stehien meraná na termovíznom zázname probanda číslo 2 [vlastný]

Príloha 18: Tlakový záznam probanda číslo 2 [vlastný]

Príloha 19: Termografický záznam probanda číslo 3 [vlastný]

Príloha 20: Plochy probanda číslo 3 vyhodnotené dvoma metódami [vlastný]

Príloha 21: Šírka panvy a dĺžky stehien meraná na termovíznom zázname probanda číslo 3 [vlastný]

Príloha 22: Tlakový záznam probanda číslo 3 [vlastný]

Príloha 23: Termografický záznam probanda číslo 4 [vlastný]

Príloha 24: Plochy probanda číslo 4 vyhodnotené dvoma metódami [vlastný]

Príloha 25: Šírka panvy a dĺžky stehien meraná na termovíznom zázname probanda číslo 4 [vlastný]

Príloha 26: Tlakový záznam probanda číslo 4 [vlastný]

Príloha 27: Termografický záznam probanda číslo 5 [vlastný]

Príloha 28: Plochy probanda číslo 5 vyhodnotené dvoma metódami [vlastný]

Príloha 29: Šírka panvy a dĺžky stehien meraná na termovíznom zázname probanda číslo 5 [vlastný]

Príloha 30: Tlakový záznam probanda číslo 5 [vlastný]

Príloha 31: Termografický záznam probanda číslo 6 [vlastný]

Príloha 32: Plochy probanda číslo 6 vyhodnotené dvoma metódami [vlastný]

Príloha 33: Šírka panvy a dĺžky stehien meraná na termovíznom zázname probanda číslo 6 [vlastný]

Príloha 34: Tlakový záznam probanda číslo 6 [vlastný]

Príloha 35: Termografický záznam probanda číslo 7 [vlastný]

Príloha 36: Plochy probanda číslo 7 vyhodnotené dvoma metódami [vlastný]

Príloha 37: Šírka panvy a dĺžky stehien meraná na termovíznom zázname probanda číslo 7 [vlastný]

Príloha 38: Tlakový záznam probanda číslo 7 [vlastný]

Príloha 39: Termografický záznam probanda číslo 8 [vlastný]

Príloha 40: Plochy probanda číslo 8 vyhodnotené dvoma metódami [vlastný]

Príloha 41: Šírka panvy a dĺžky stehien meraná na termovíznom zázname probanda číslo 8 [vlastný]

Príloha 42: Tlakový záznam probanda číslo 8 [vlastný]

Príloha 43: Termografický záznam probanda číslo 9 [vlastný]

Príloha 44: Plochy probanda číslo 9 vyhodnotené dvoma metódami [vlastný]

Príloha 45: Šírka panvy a dĺžky stehien meraná na termovíznom zázname probanda číslo 9 [vlastný]

Príloha 46: Tlakový záznam probanda číslo 9 [vlastný]

Príloha 47: Termografický záznam probanda číslo 10 [vlastný]

Príloha 48: Plochy probanda číslo 10 vyhodnotené dvoma metódami [vlastný]

Príloha 49: Šírka panvy a dĺžky stehien meraná na termovíznom zázname probanda číslo 10 [vlastný]

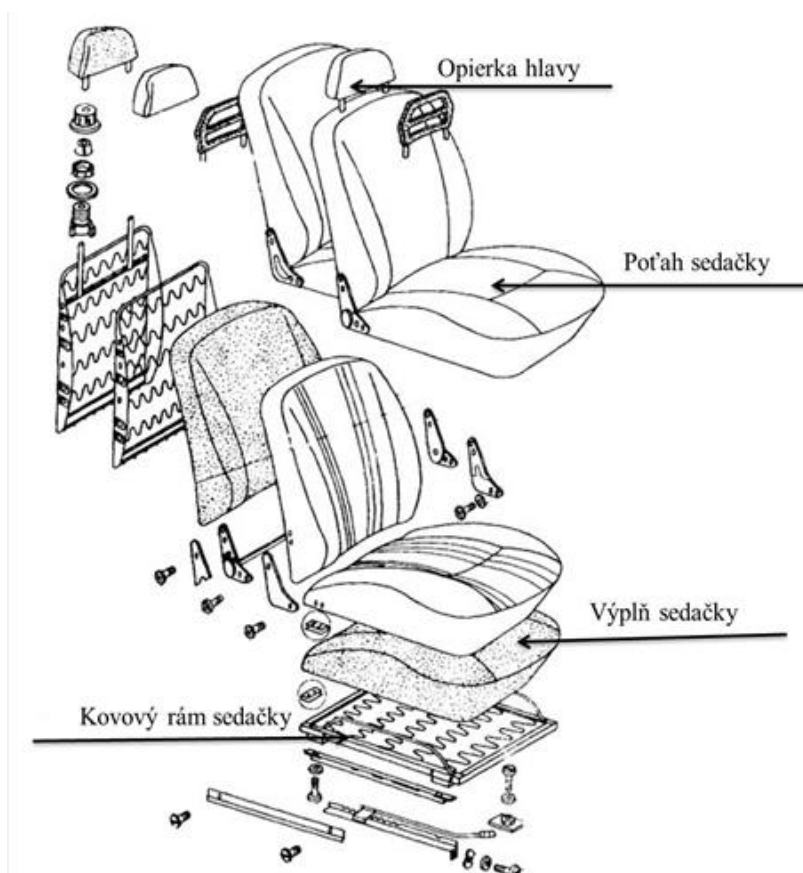
Príloha 50: Tlakový záznam probanda číslo 10 [vlastný]

Prílohy

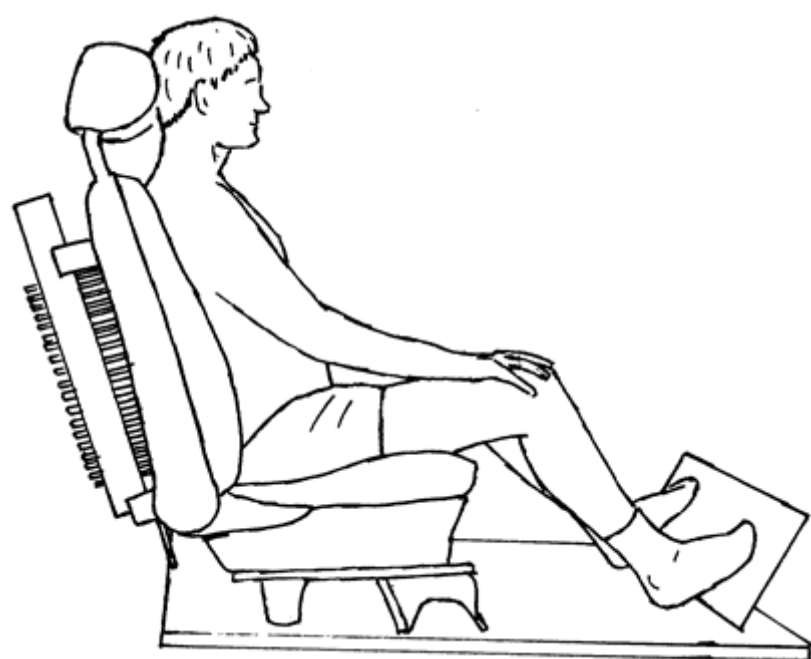
Príloha 1: Rez vyhrievaným sedadlom firmy SAAB z roku 1971 [3]



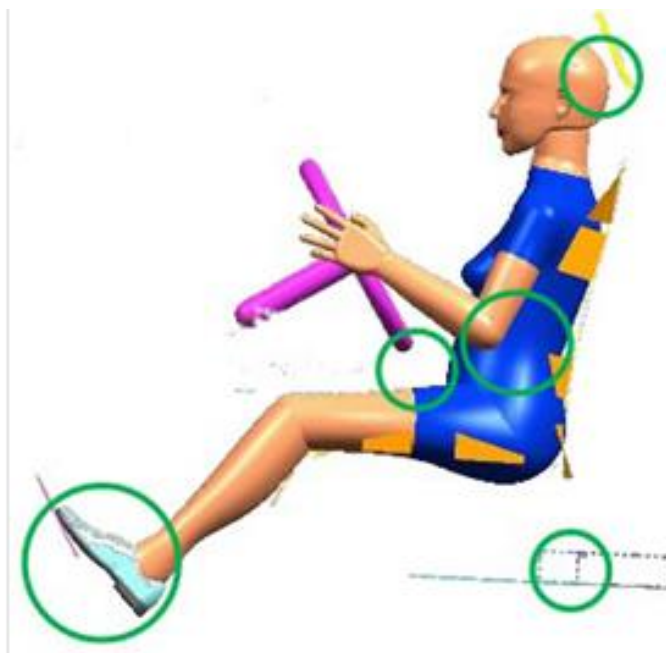
Príloha 2: Konštrukcia sedadla Škoda Panda [8]

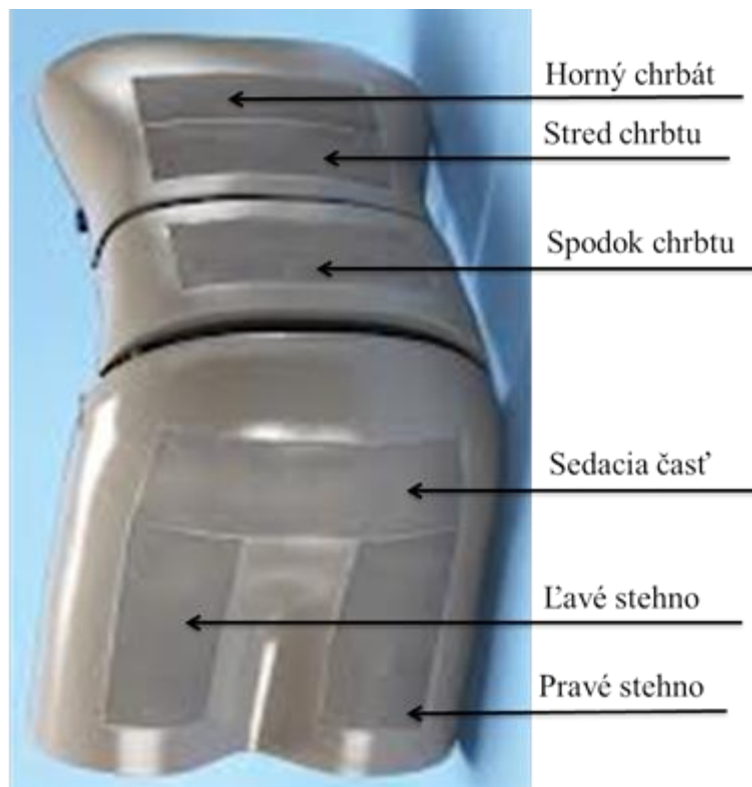


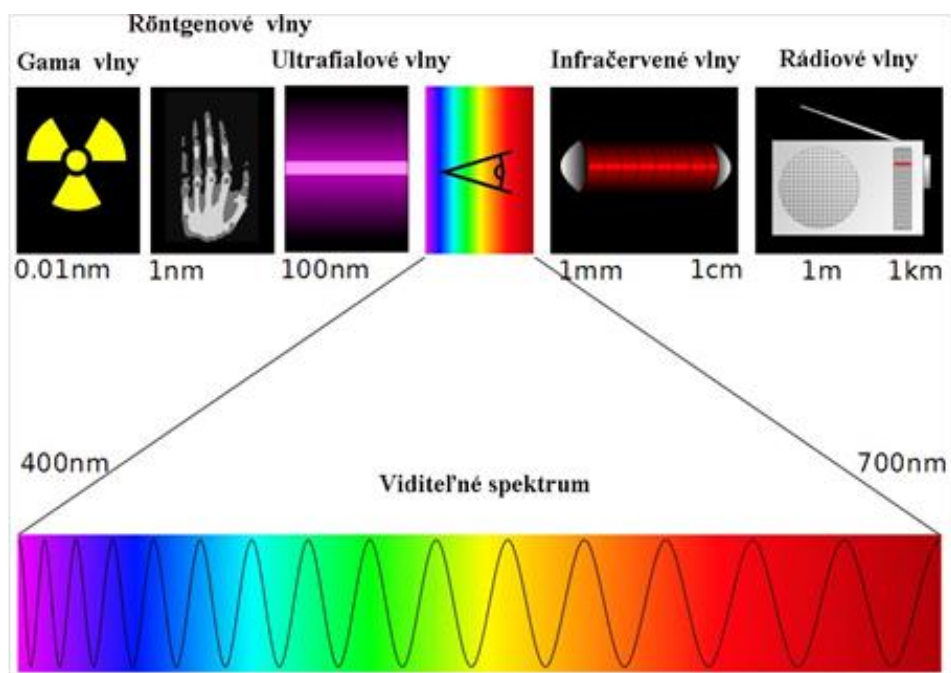
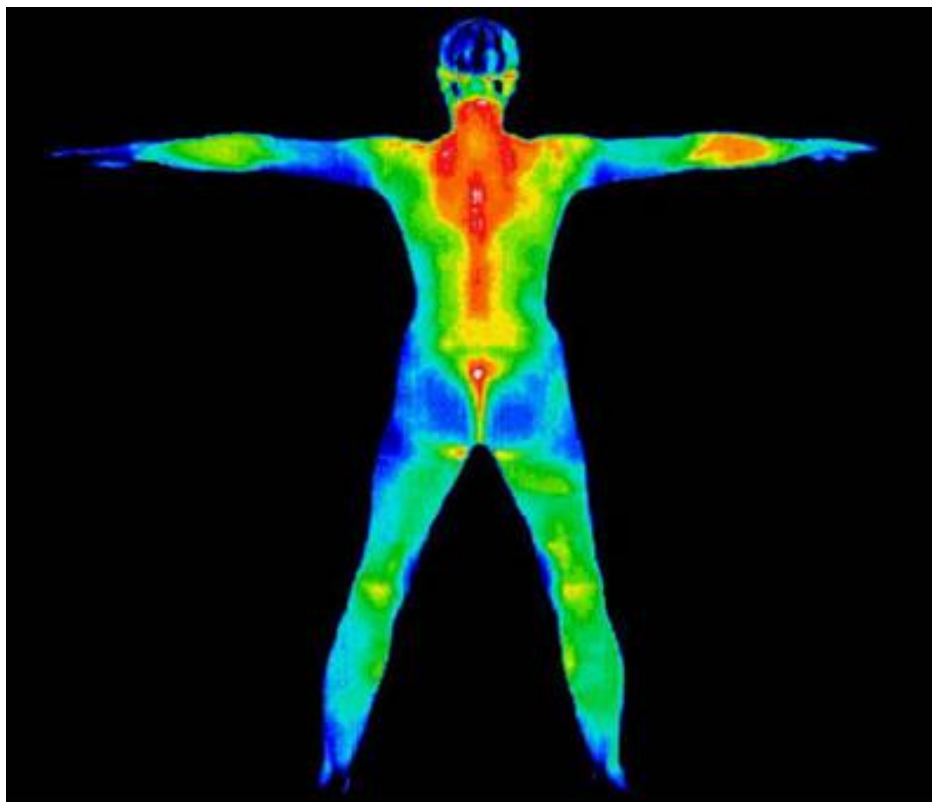
Príloha 3: Správna poloha tela na sedadle automobilu [9]

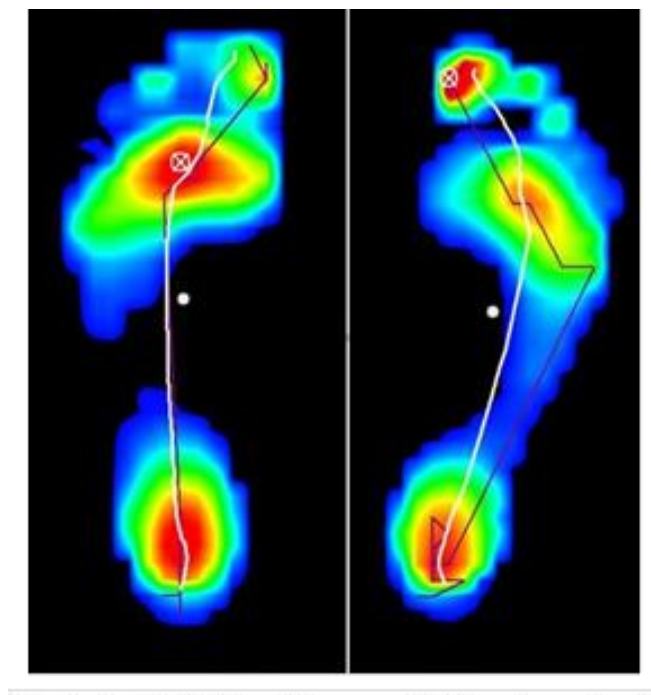


Príloha 4: Virtuálne zobrazenie polohy tela za volantom automobilu [11]



Príloha 5: Detailný pohľad na oblasti potenia [14]**Príloha 6:** Vyhrievanie sedadla firmy Keetec [24]

Príloha 7: Vlnová dĺžka [20]**Príloha 8:** Termogram ľudského tela [16]

Príloha 9: Využitie tlakovej podložky v obuvníctve [22]**Príloha 10:** Dotazník [vlastný]

Proband č.

Pohlavie: žena

Vek

Výška cm

Váha kg

Obvod sedu cm

Obvod bokov cm

BMI index:

WHR index:

Proband č.

Pohlavie: muž

Vek

Výška cm

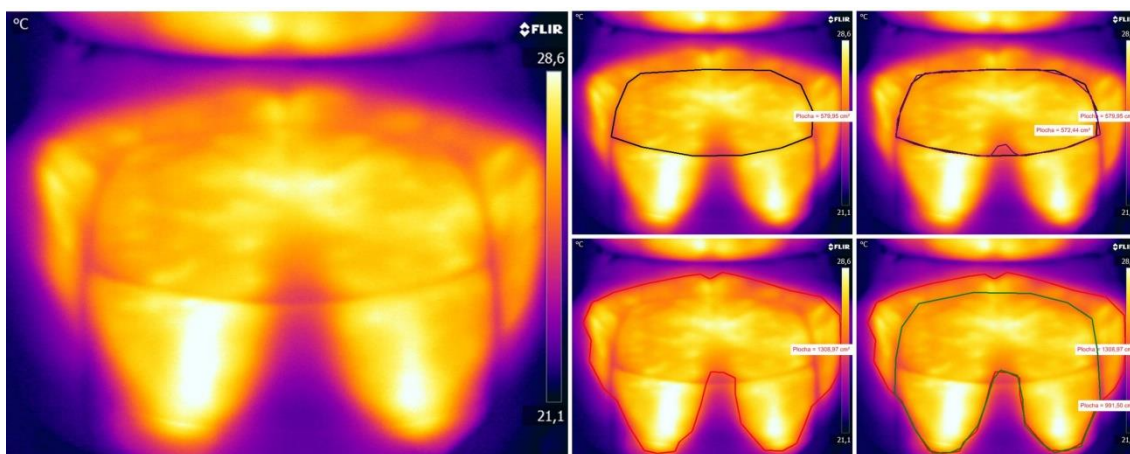
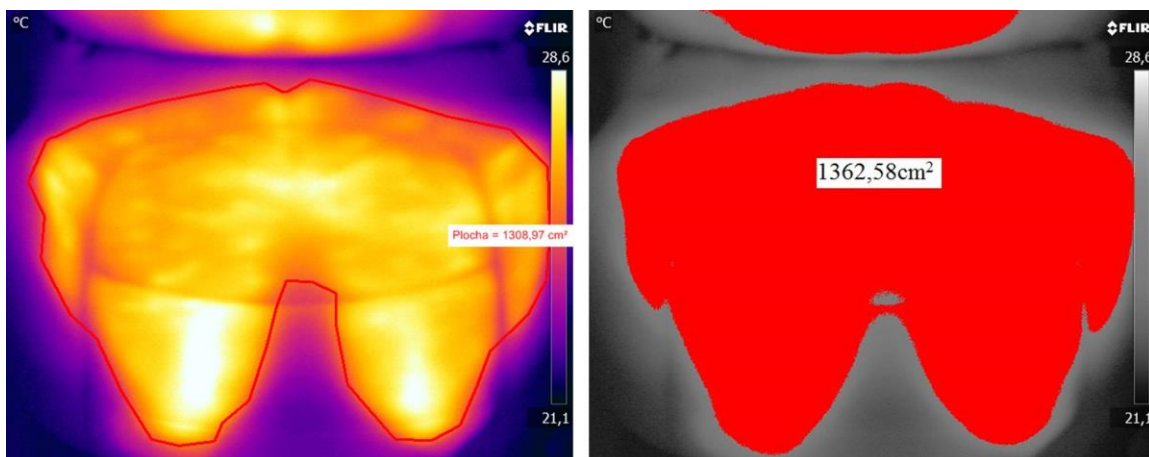
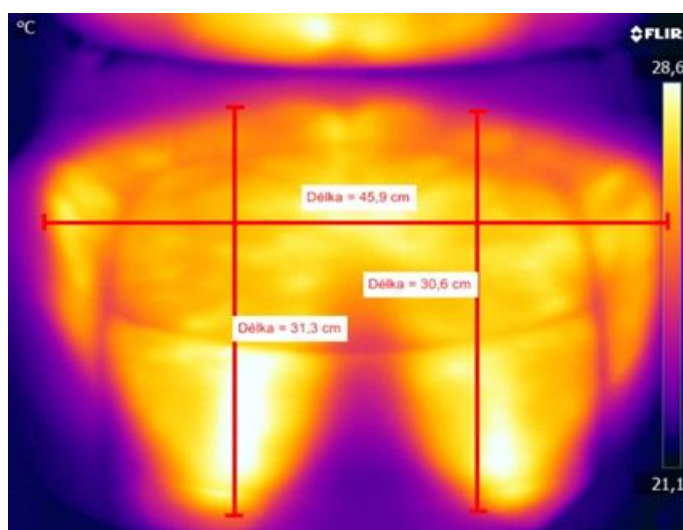
Váha kg

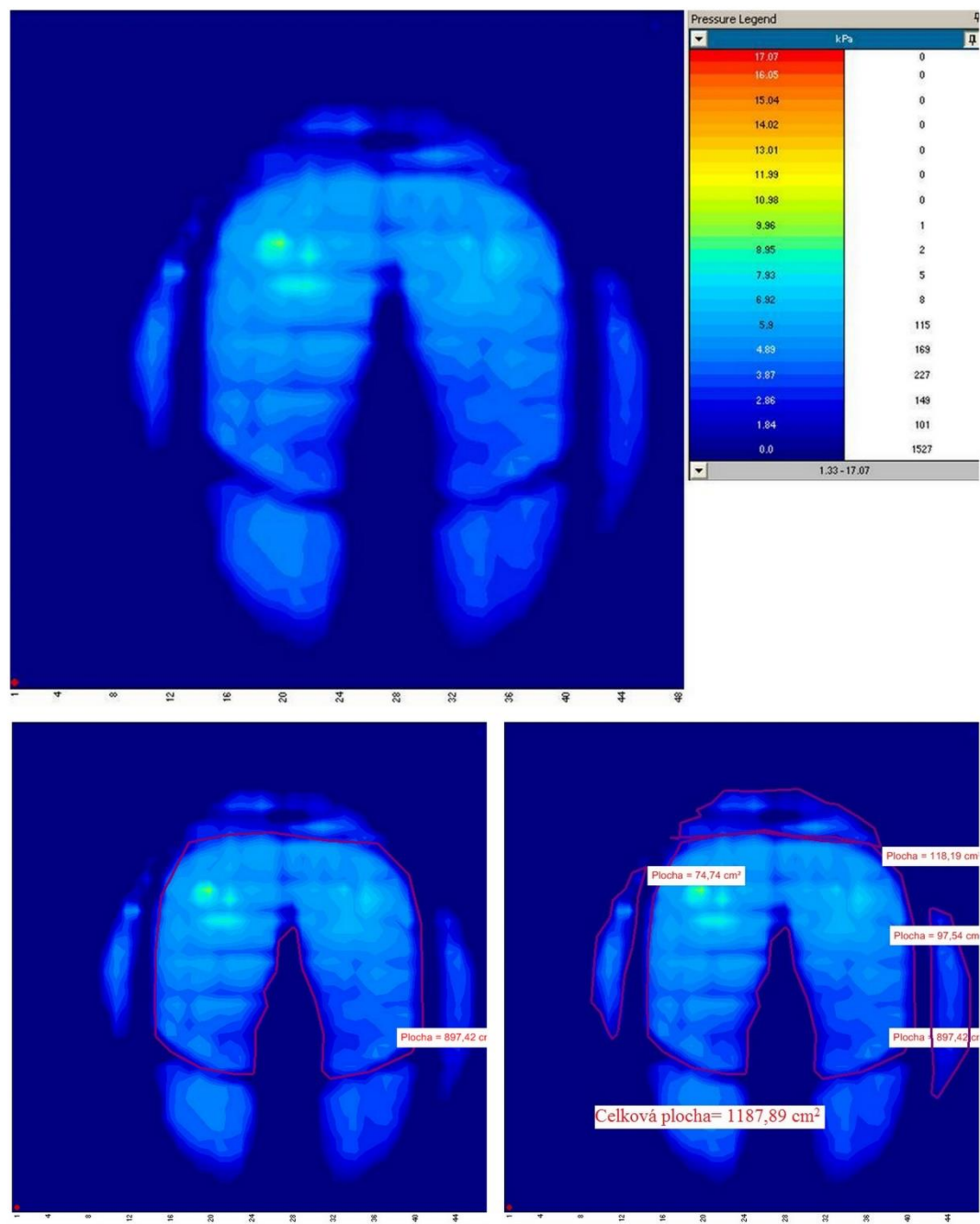
Obvod sedu cm

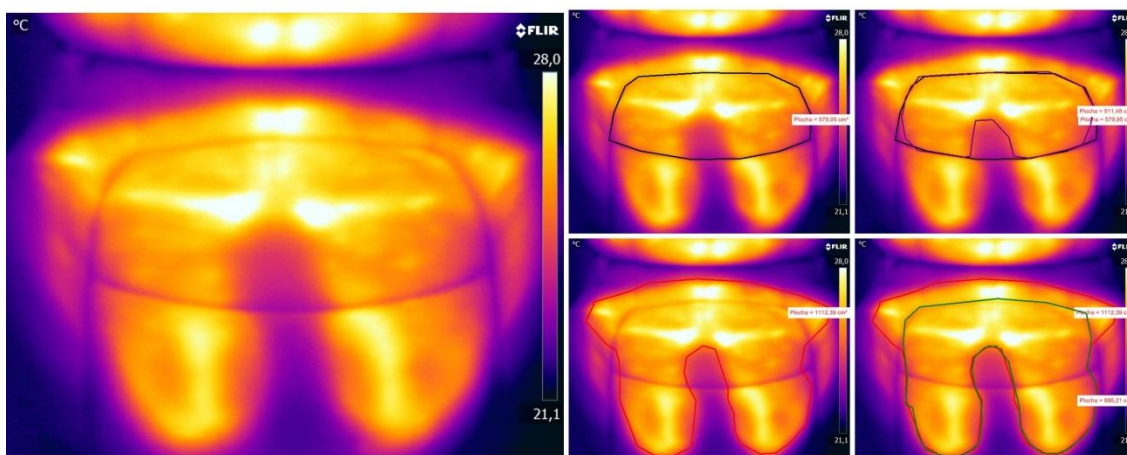
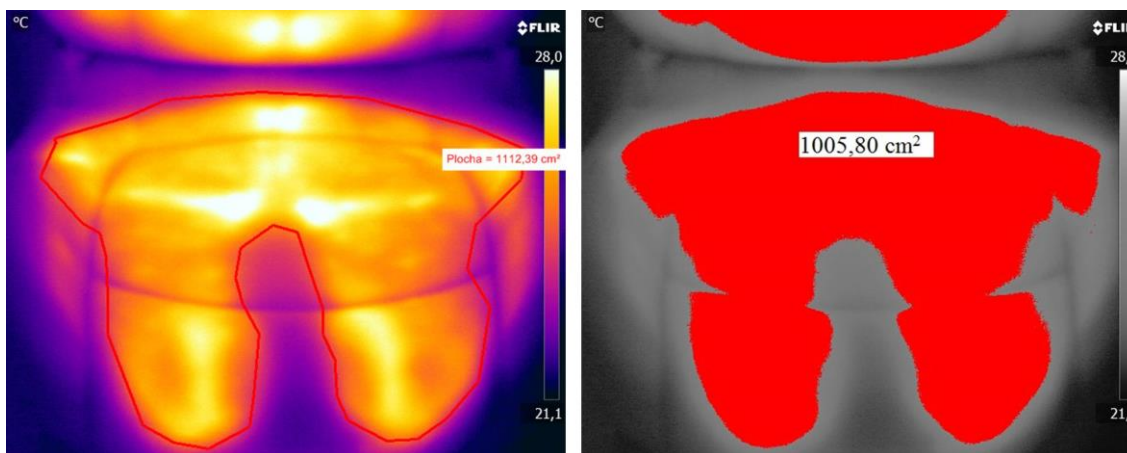
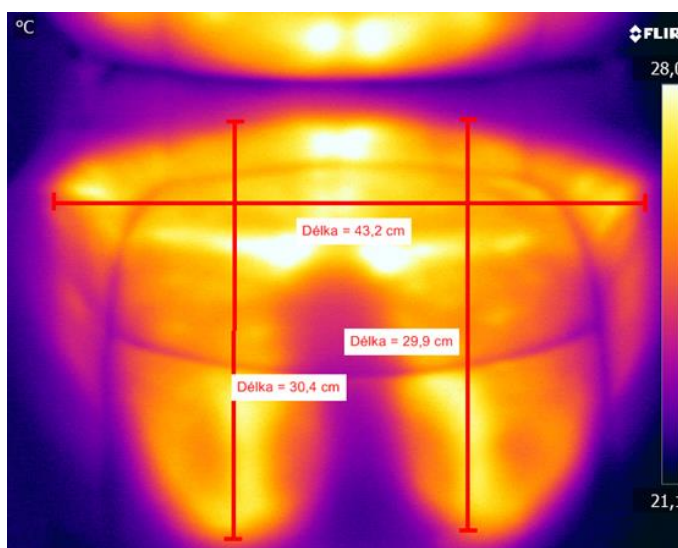
Obvod bokov cm

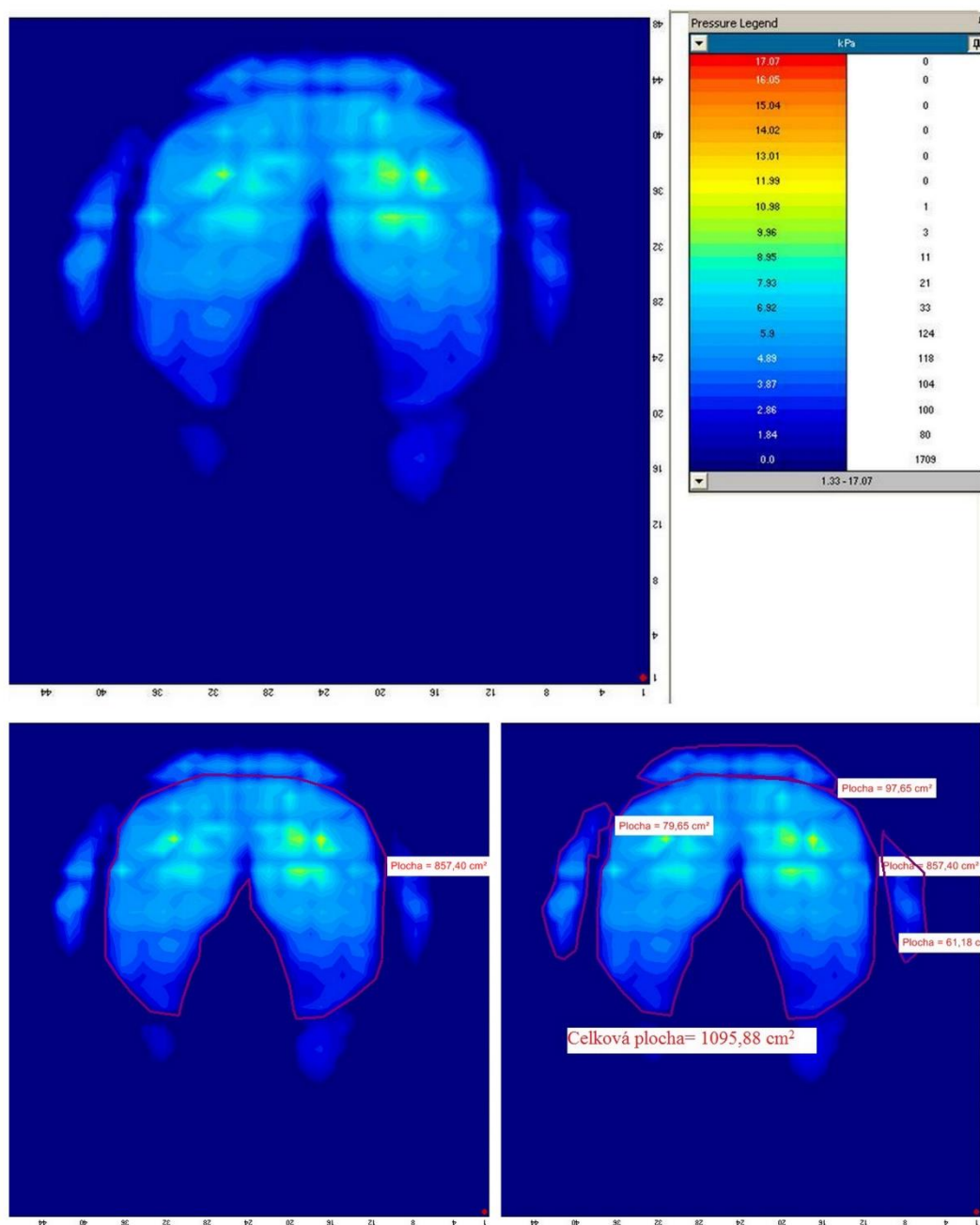
BMI index:

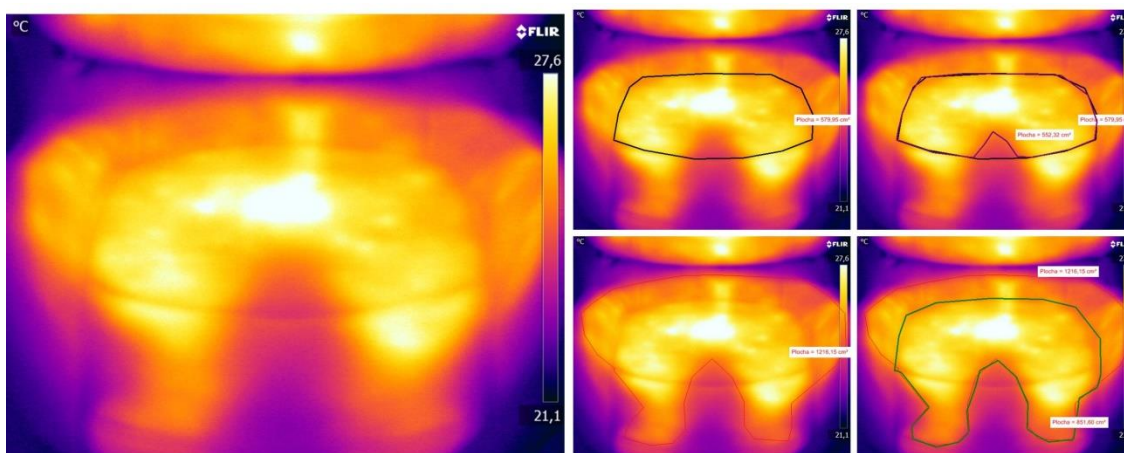
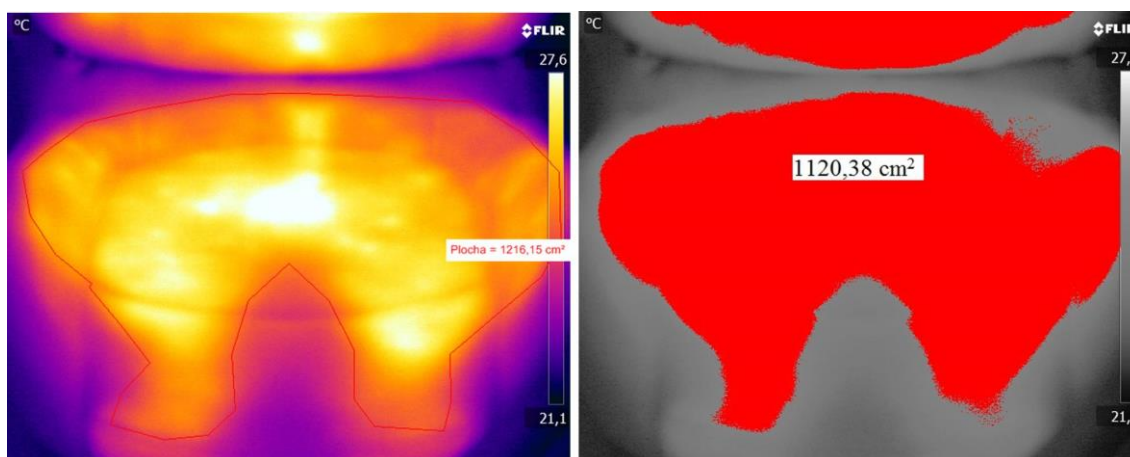
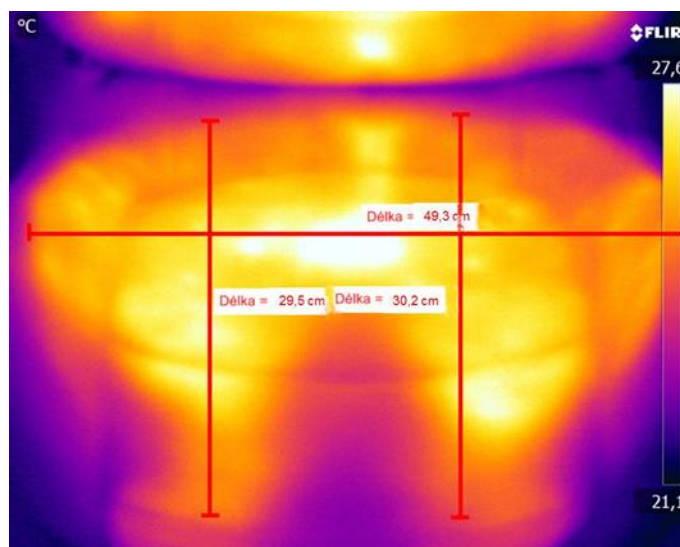
WHR index:

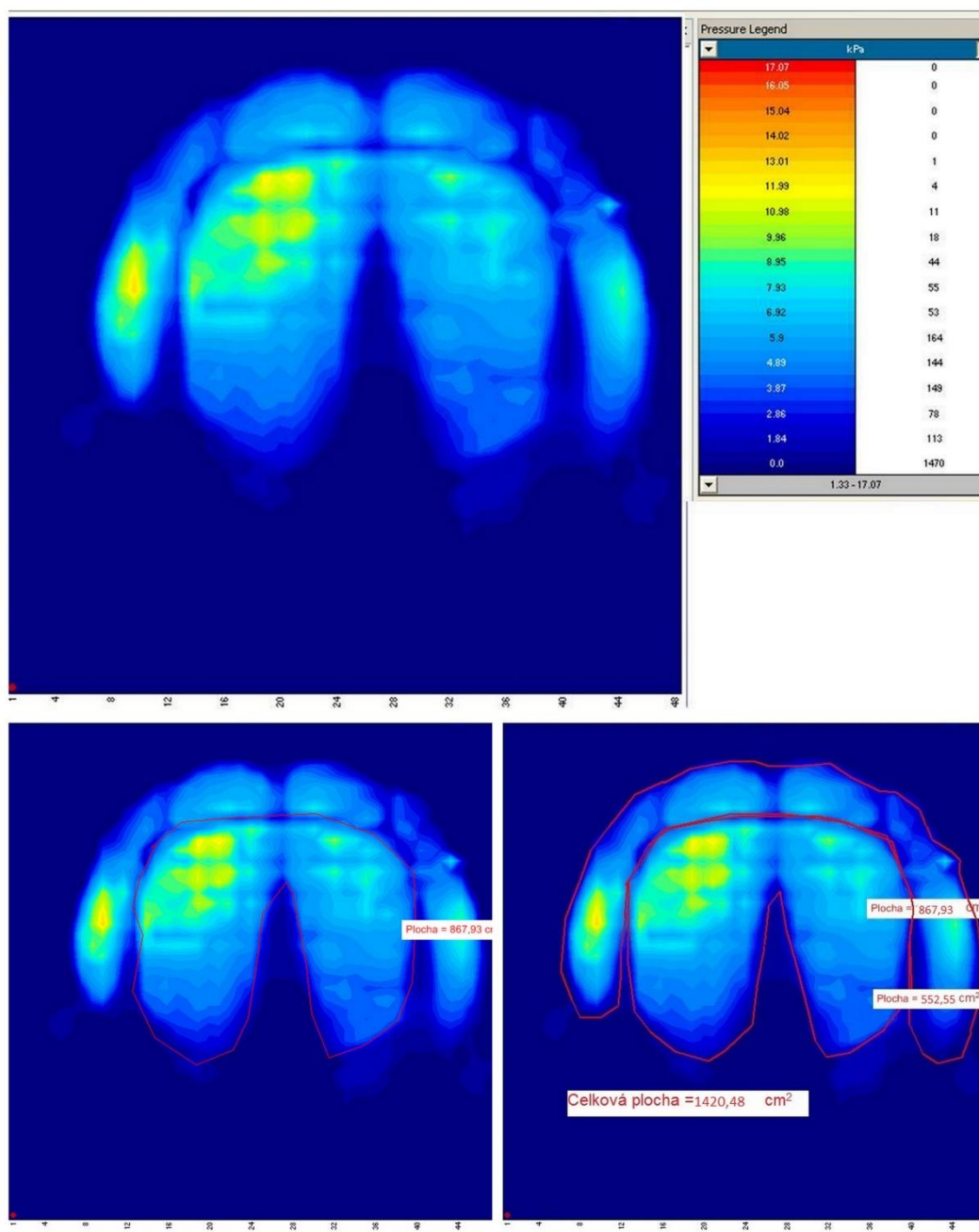
Príloha 11: Termografický záznam probanda číslo 1 [vlastný]**Príloha 12:** Plochy probanda číslo 1 vyhodnotené dvoma metódami [vlastný]**Príloha 13:** Šírka panvy a dĺžka stehien meraná na termovíznom zázname probanda 1 [vlastný]

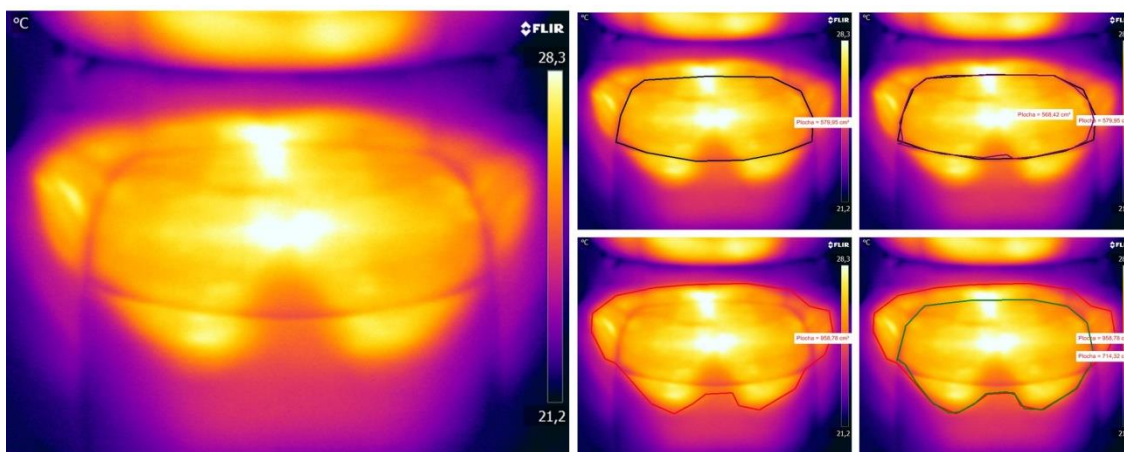
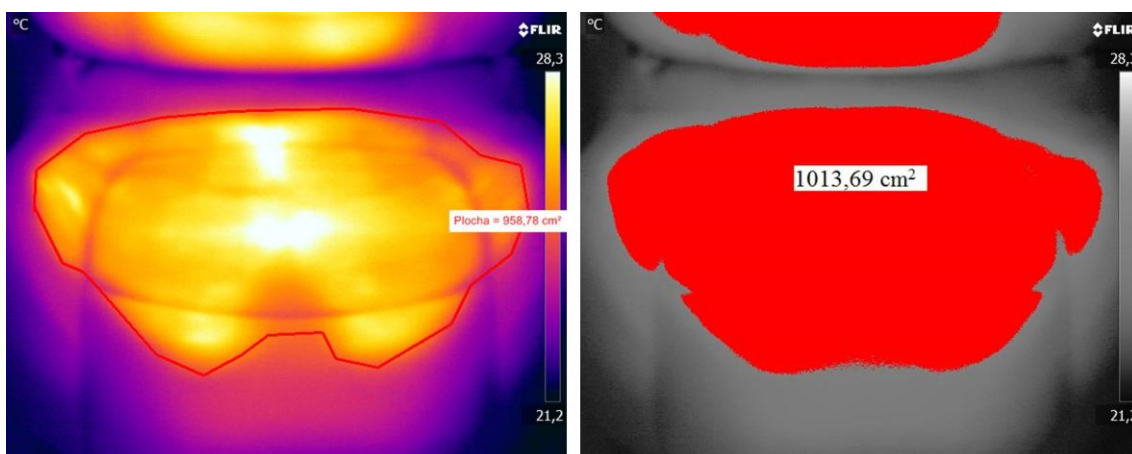
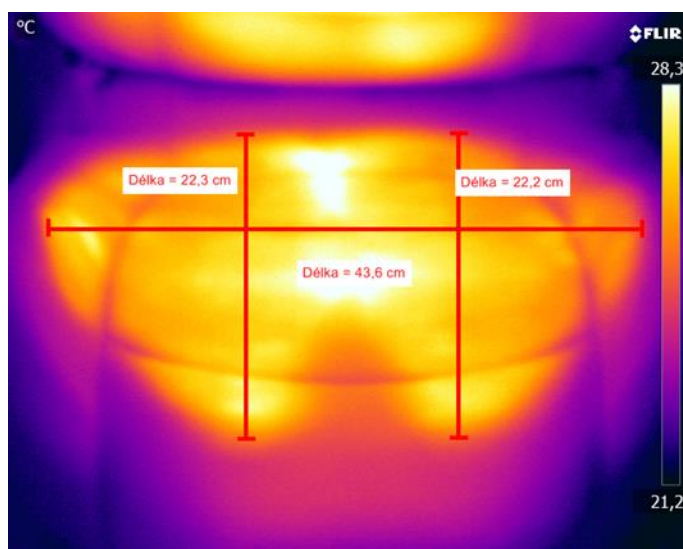
Príloha 14: Tlakový záznam probanda číslo 1 [vlastný]

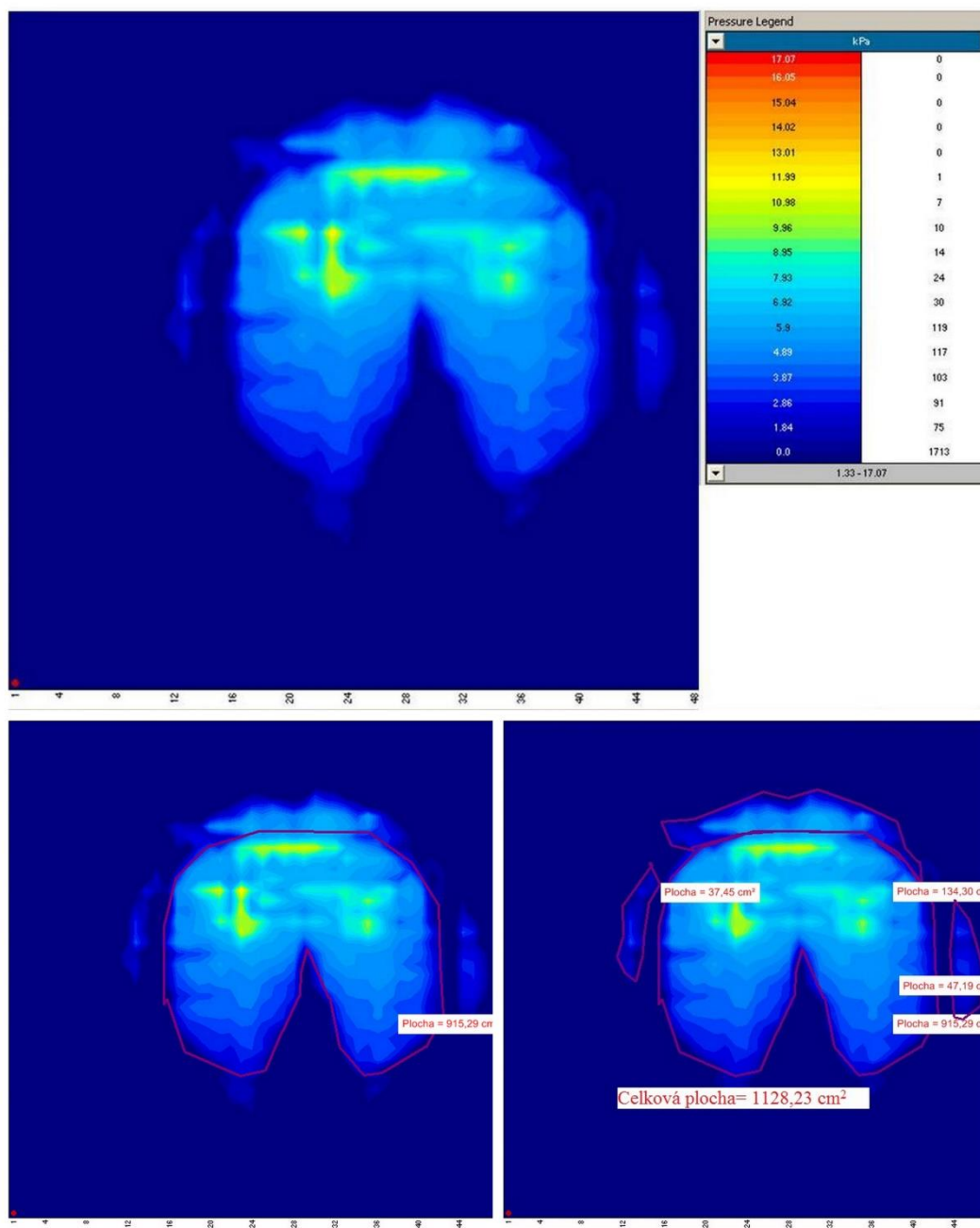
Príloha 15: Termografický záznam probanda číslo 2 [vlastný]**Príloha 16:** Plochy probanda číslo 2 vyhodnotené dvoma metódami [vlastný]**Príloha 17:** Šírka panvy a dĺžka stehien meraná na termovíznom zázname probanda 2 [vlastný]

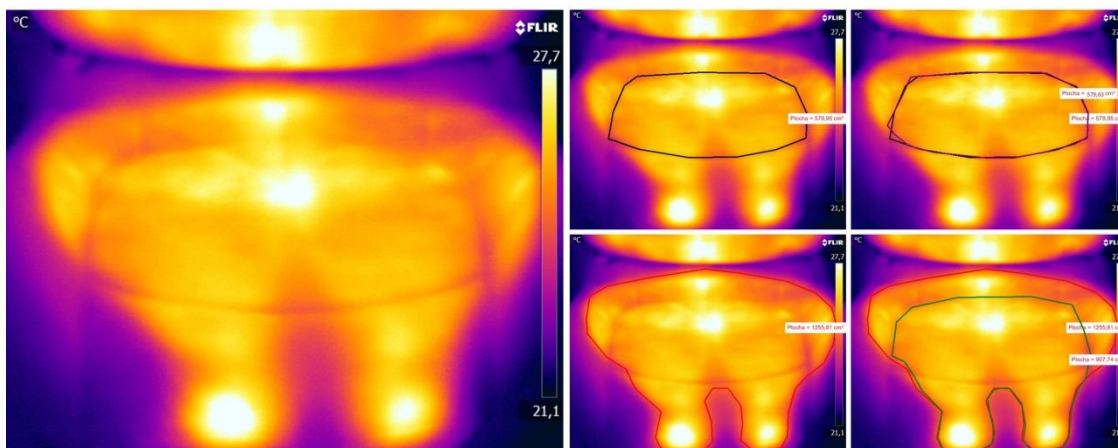
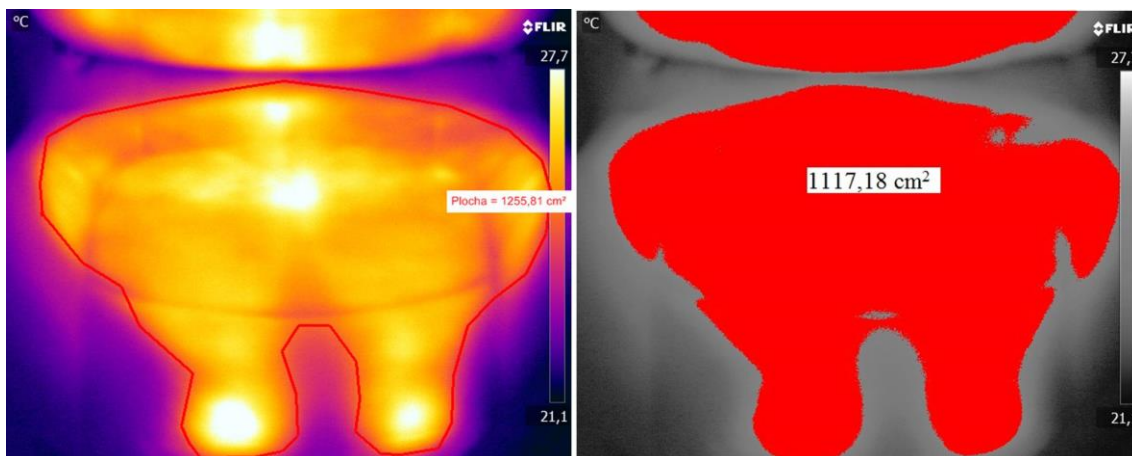
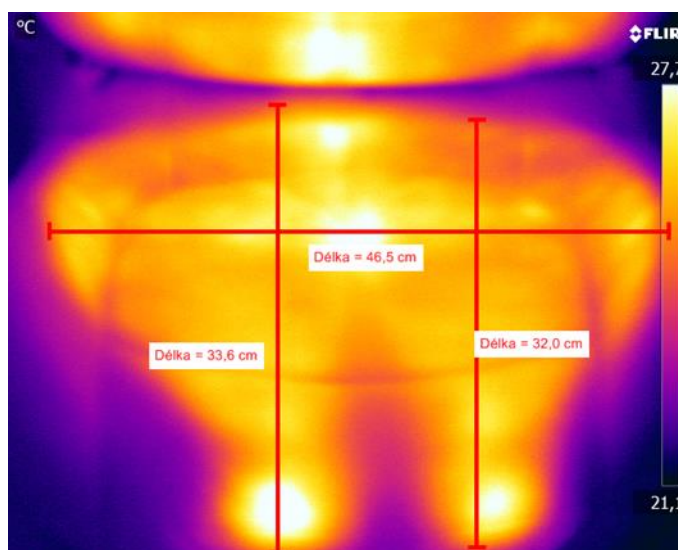
Príloha 18: Tlakový záznam probanda číslo 2 [vlastný]

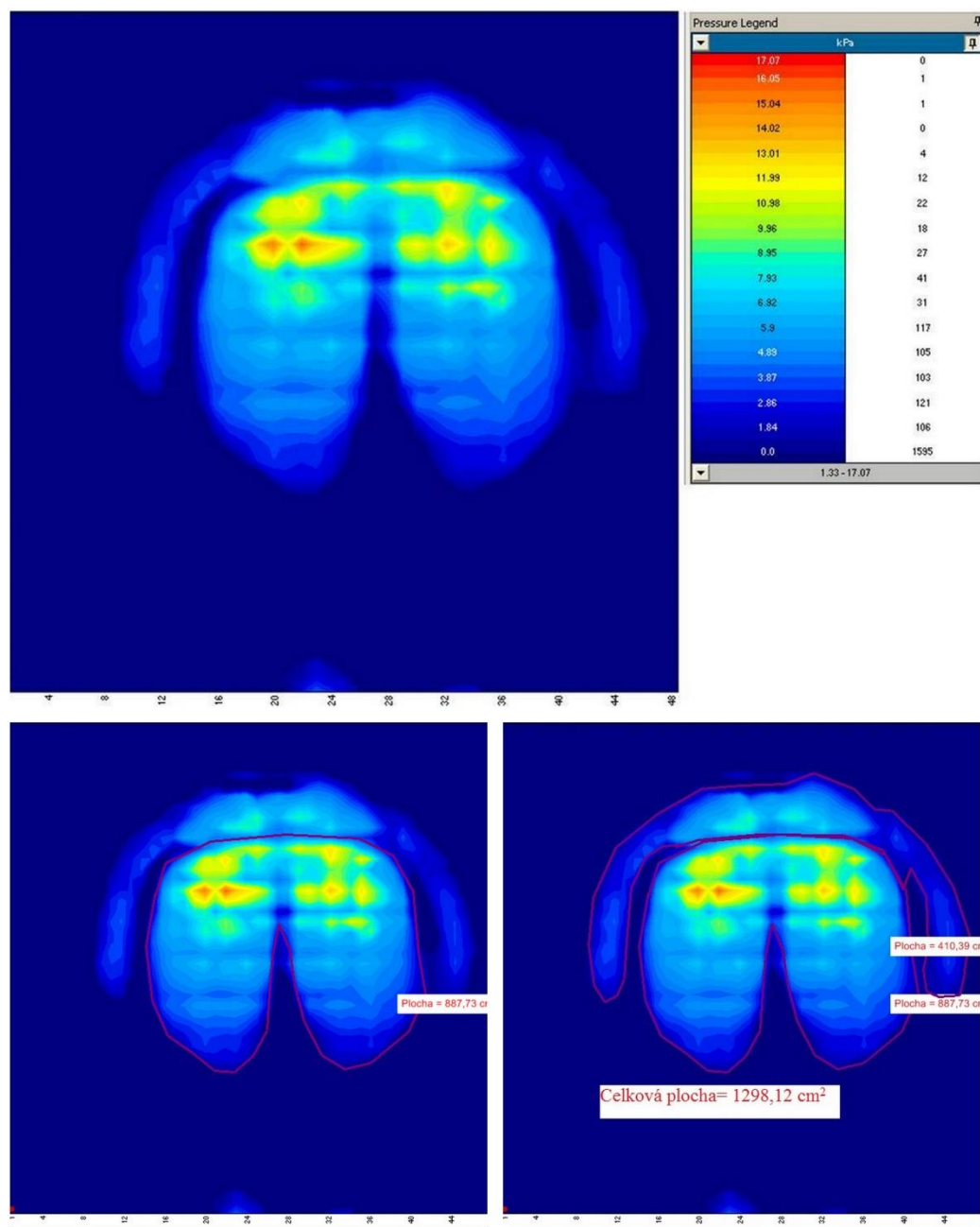
Príloha 19: Termografický záznam probanda číslo 3 [vlastný]**Príloha 20:** Plochy probanda číslo 3 vyhodnotené dvoma metódami [vlastný]**Príloha 21:** Šírka panvy a dĺžka stehien meraná na termovíznom zázname probanda 3 [vlastný]

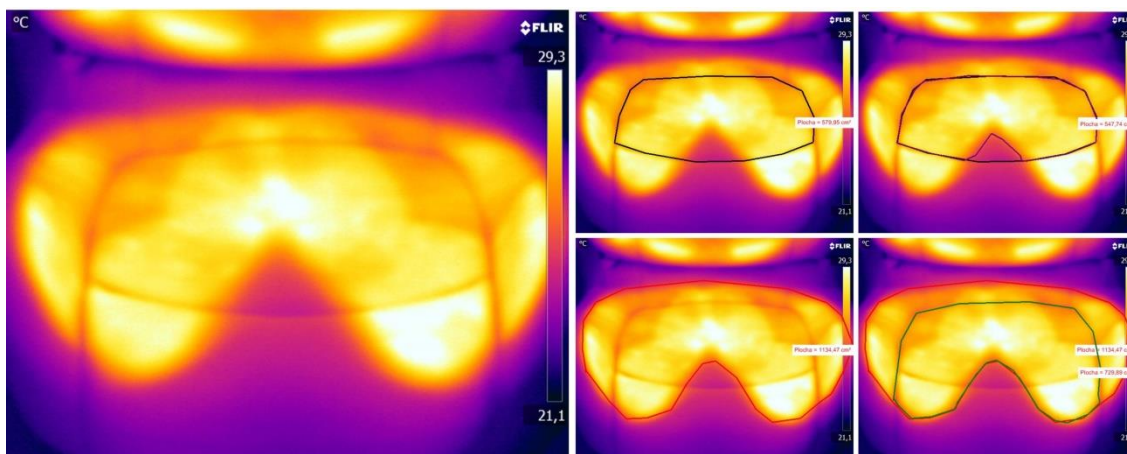
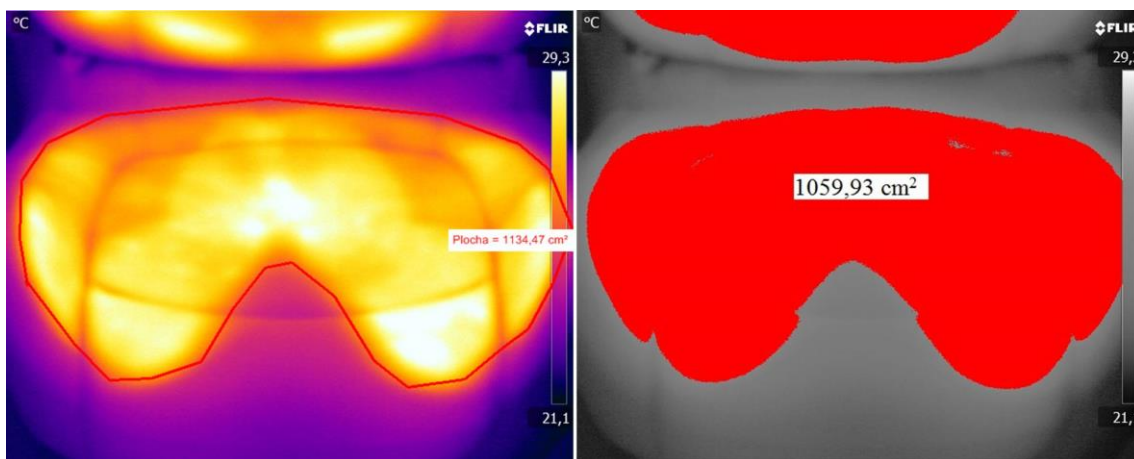
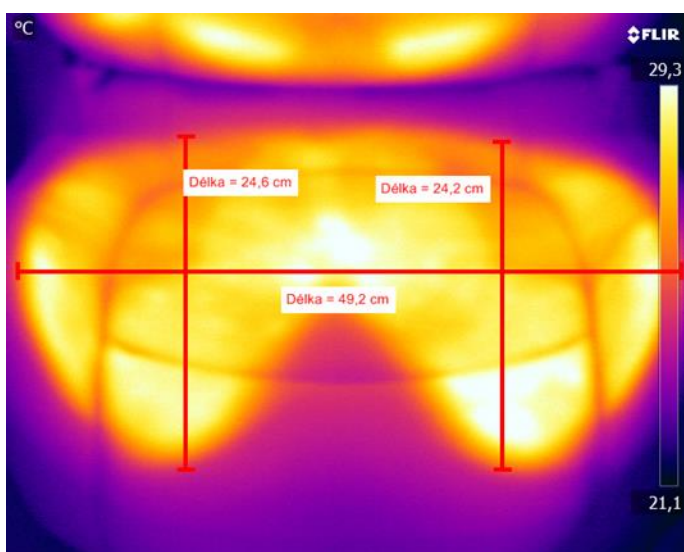
Príloha 22: Tlakový záznam probanda číslo 3 [vlastný]

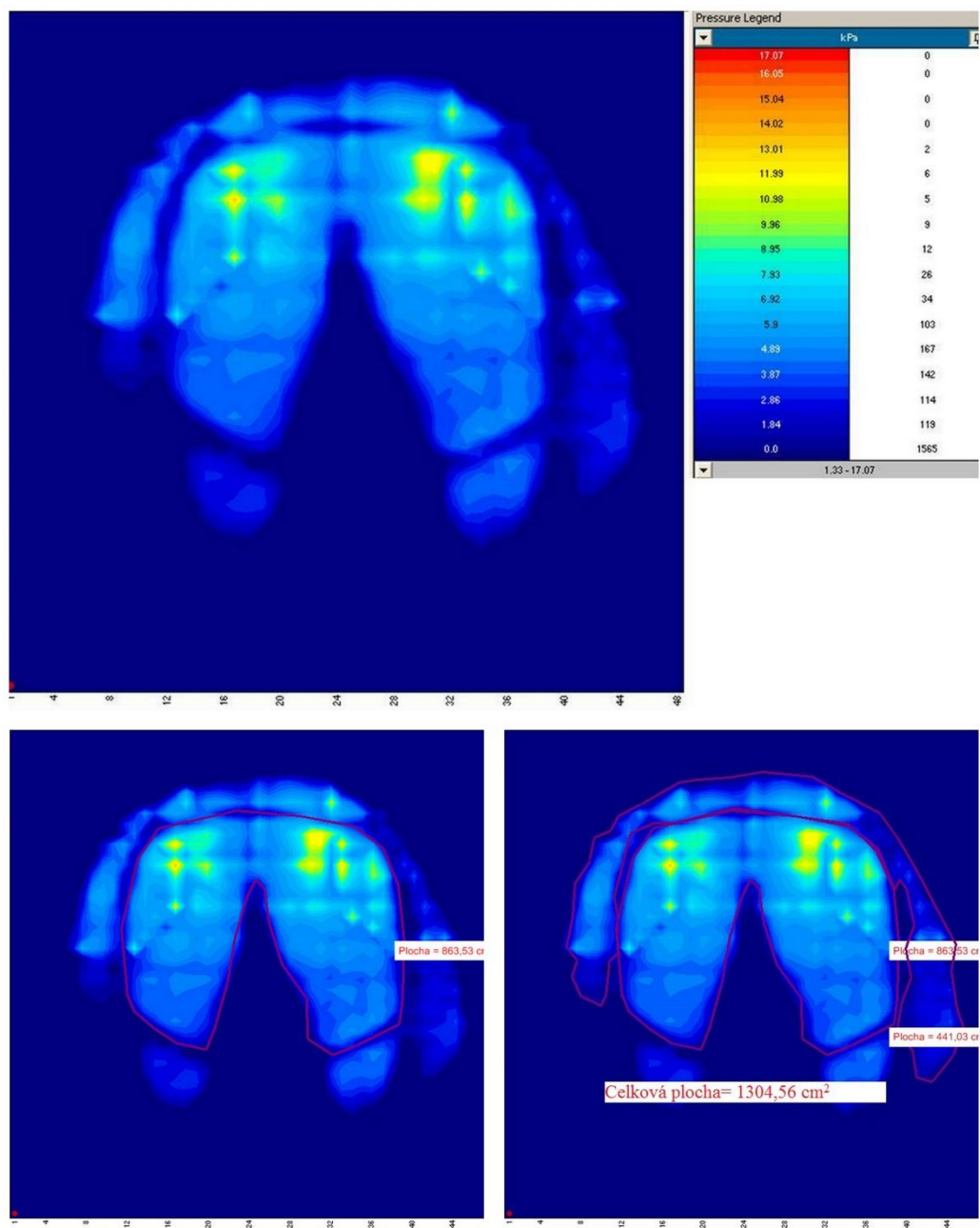
Príloha 23: Termografický záznam probanda číslo 4 [vlastný]**Príloha 24:** Plochy probanda číslo 4 vyhodnotené dvoma metódami [vlastný]**Príloha 25:** Šírka panvy a dĺžka stehien meraná na termovíznom zázname probanda 4 [vlastný]

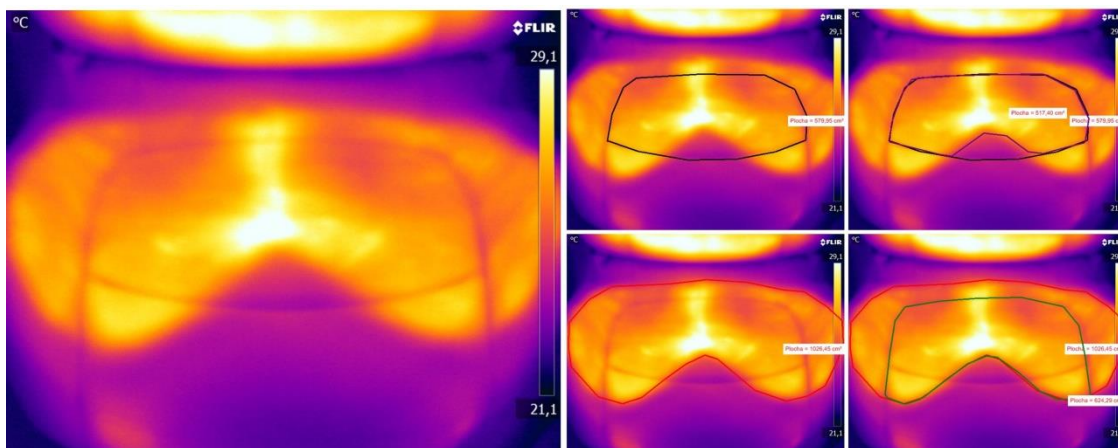
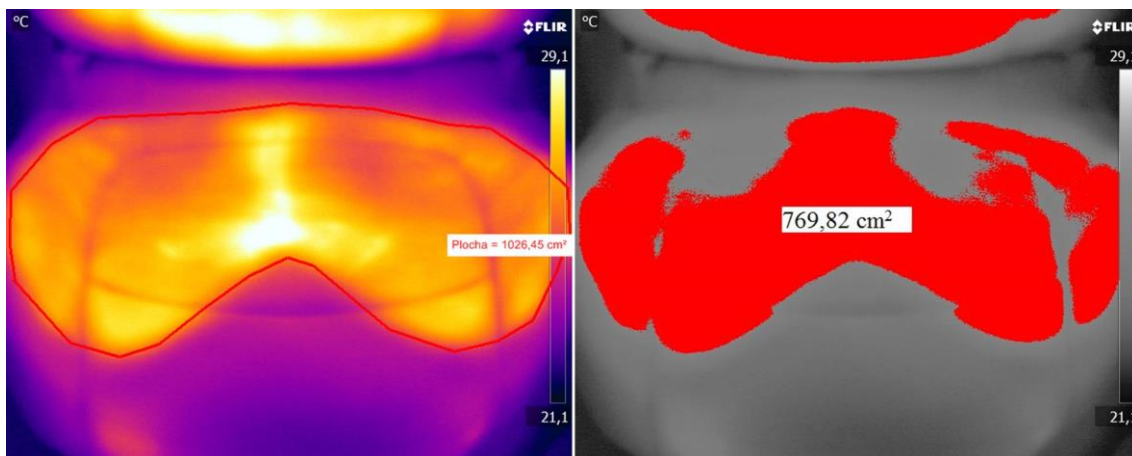
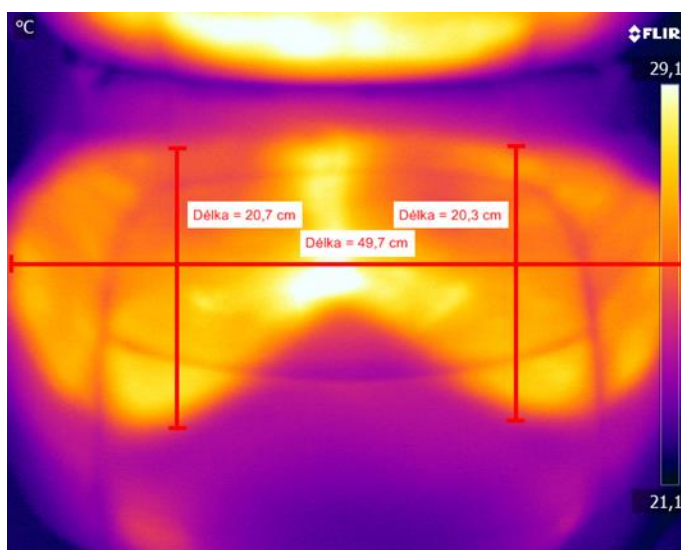
Príloha 26: Tlakový záznam probanda číslo 4 [vlastný]

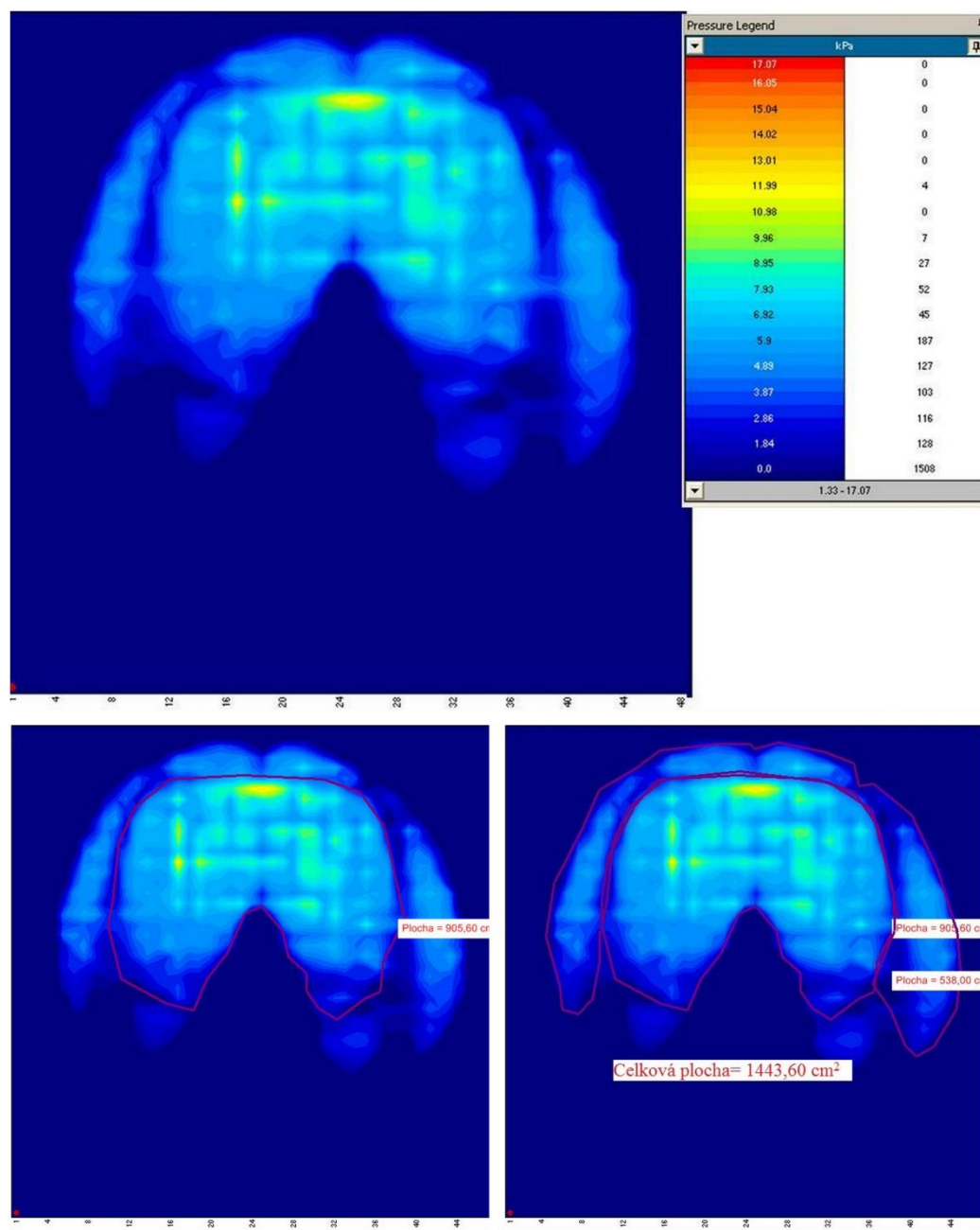
Príloha 27: Termografická záznam probanda číslo 5 [vlastný]**Príloha 28:** Plochy probanda číslo 5 vyhodnotené dvoma metódami [vlastný]**Príloha 29:** Šírka panvy a dĺžka stehien meraná na termovíznom zázname probanda 5 [vlastný]

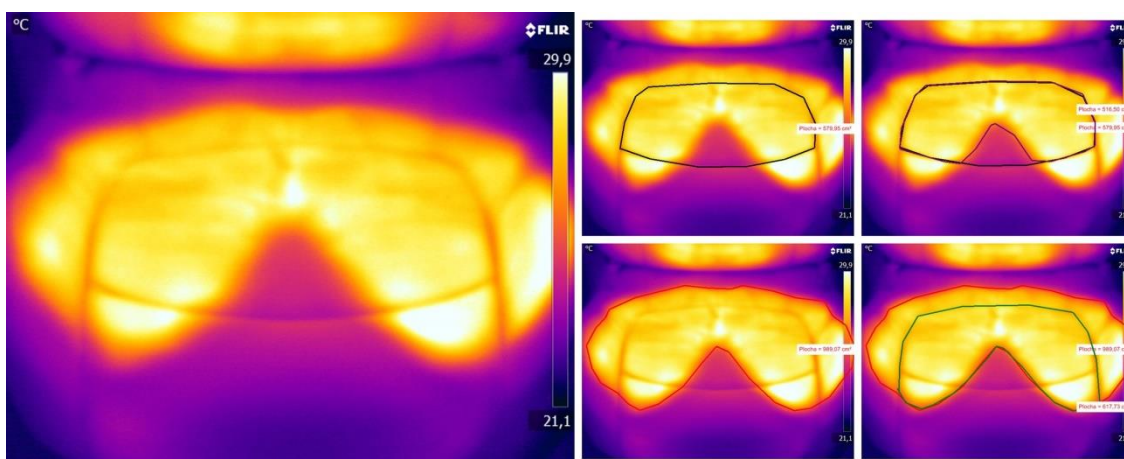
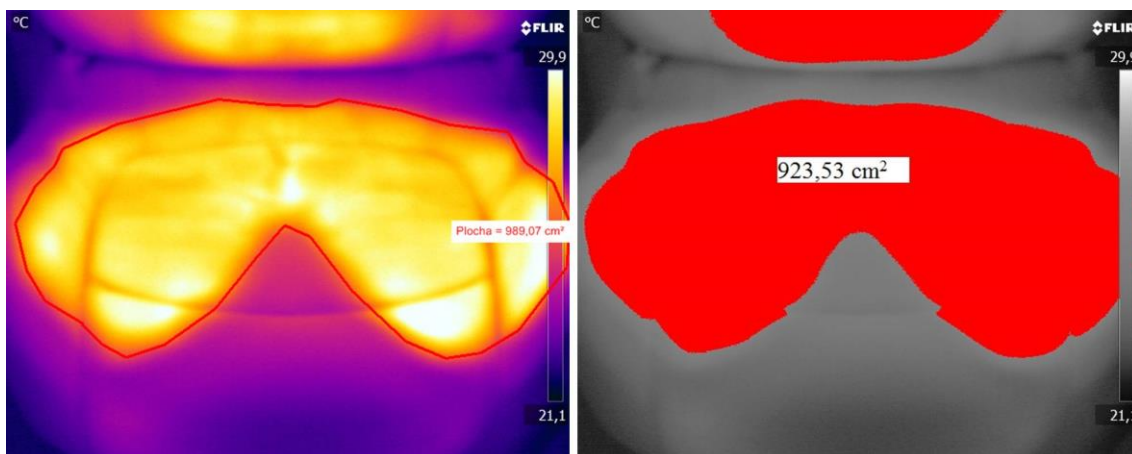
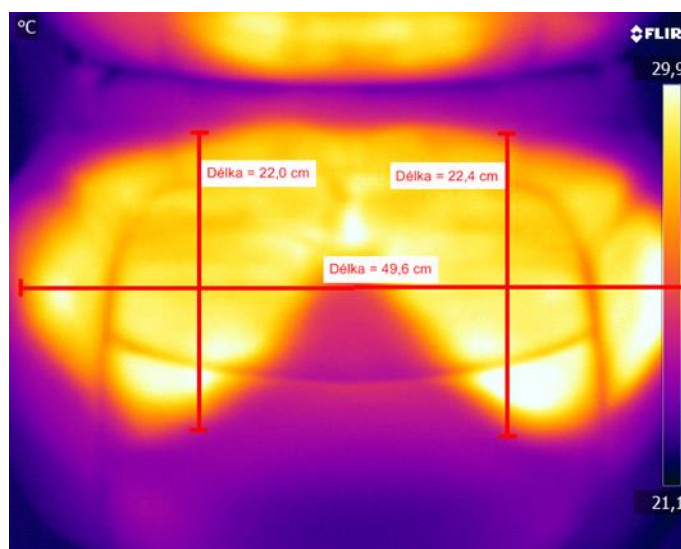
Príloha 30: Tlakový záznam probanda číslo 5 [vlastný]

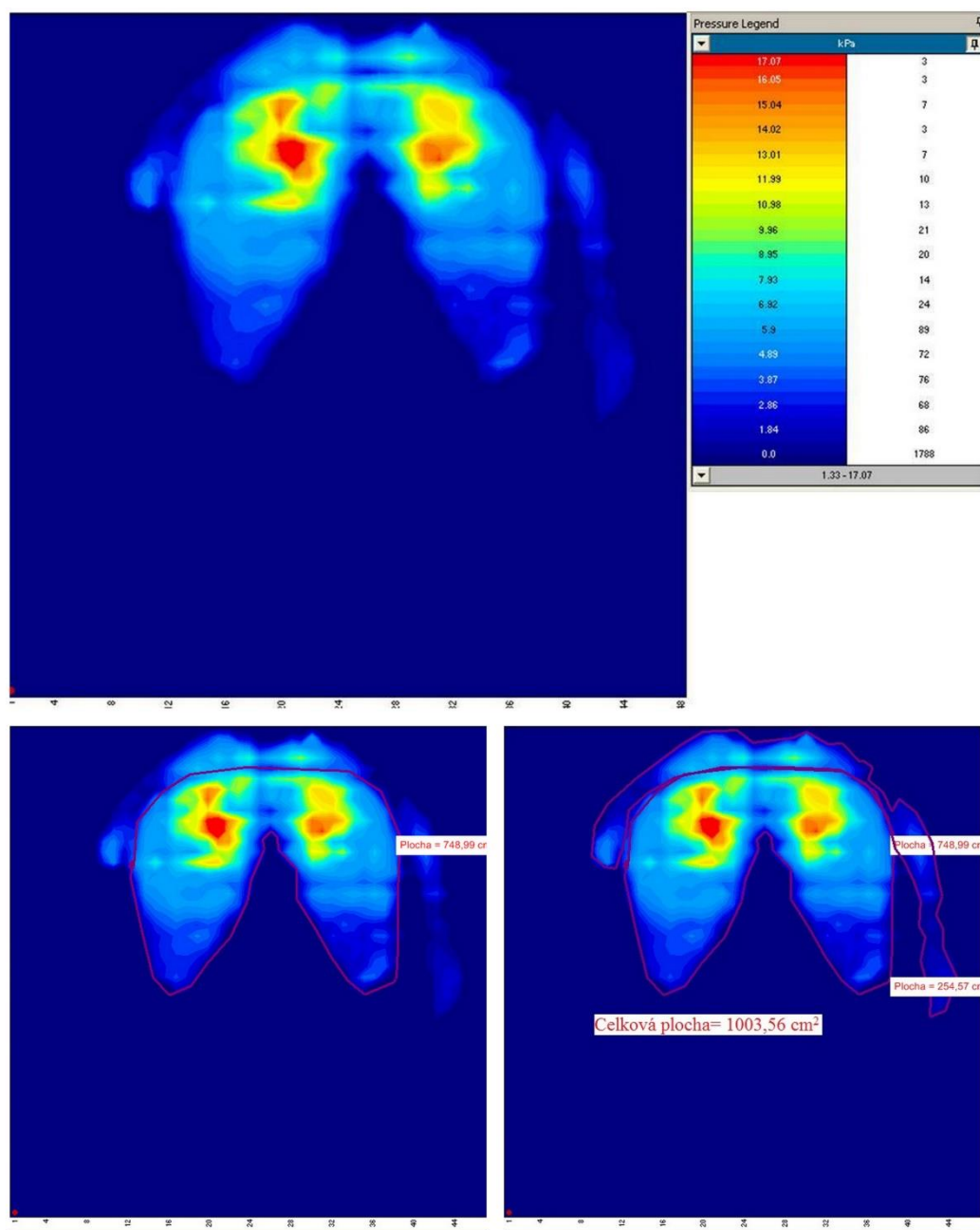
Príloha 31: Termografický záznam probanda číslo 6 [vlastný]**Príloha 32:** Plochy probanda číslo 6 vyhodnotené dvoma metódami [vlastný]**Príloha 33:** Šírka panvy a dĺžka stehien meraná na termovíznom zázname probanda 6 [vlastný]

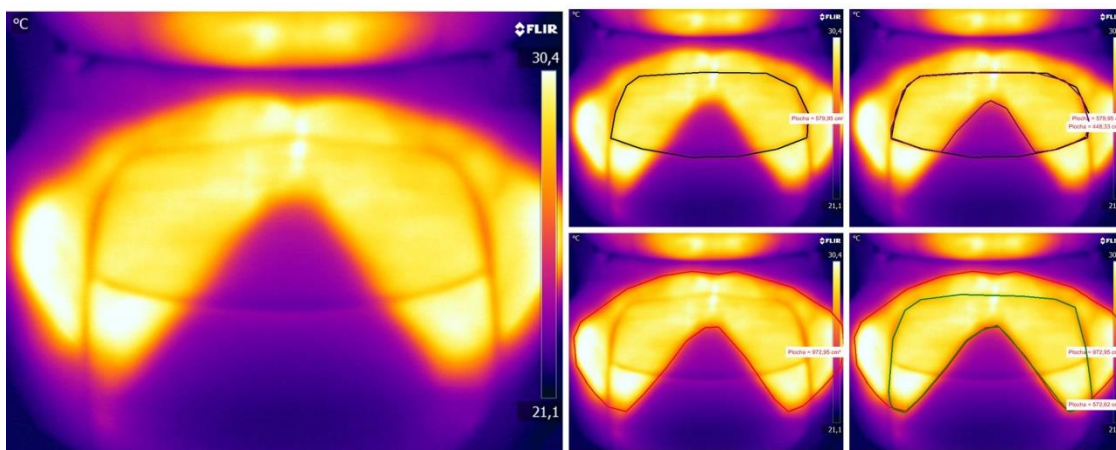
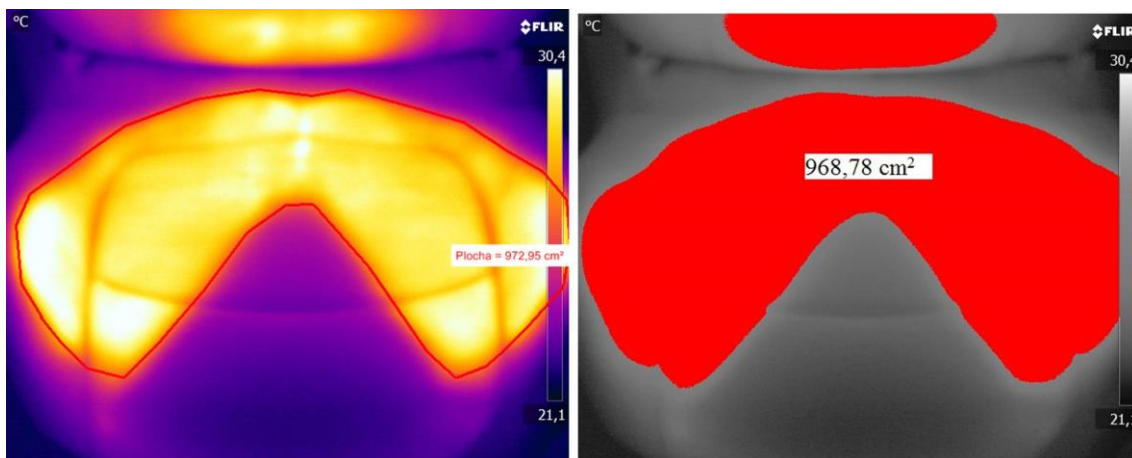
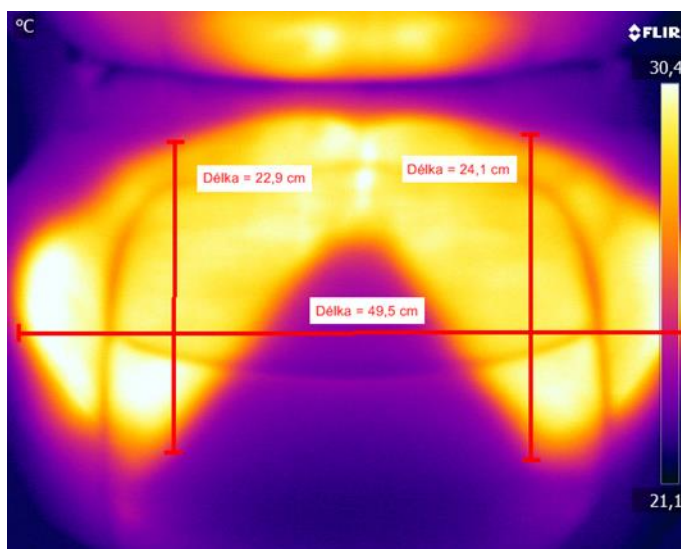
Príloha 34: Tlakový záznam probanda číslo 6 [vlastný]

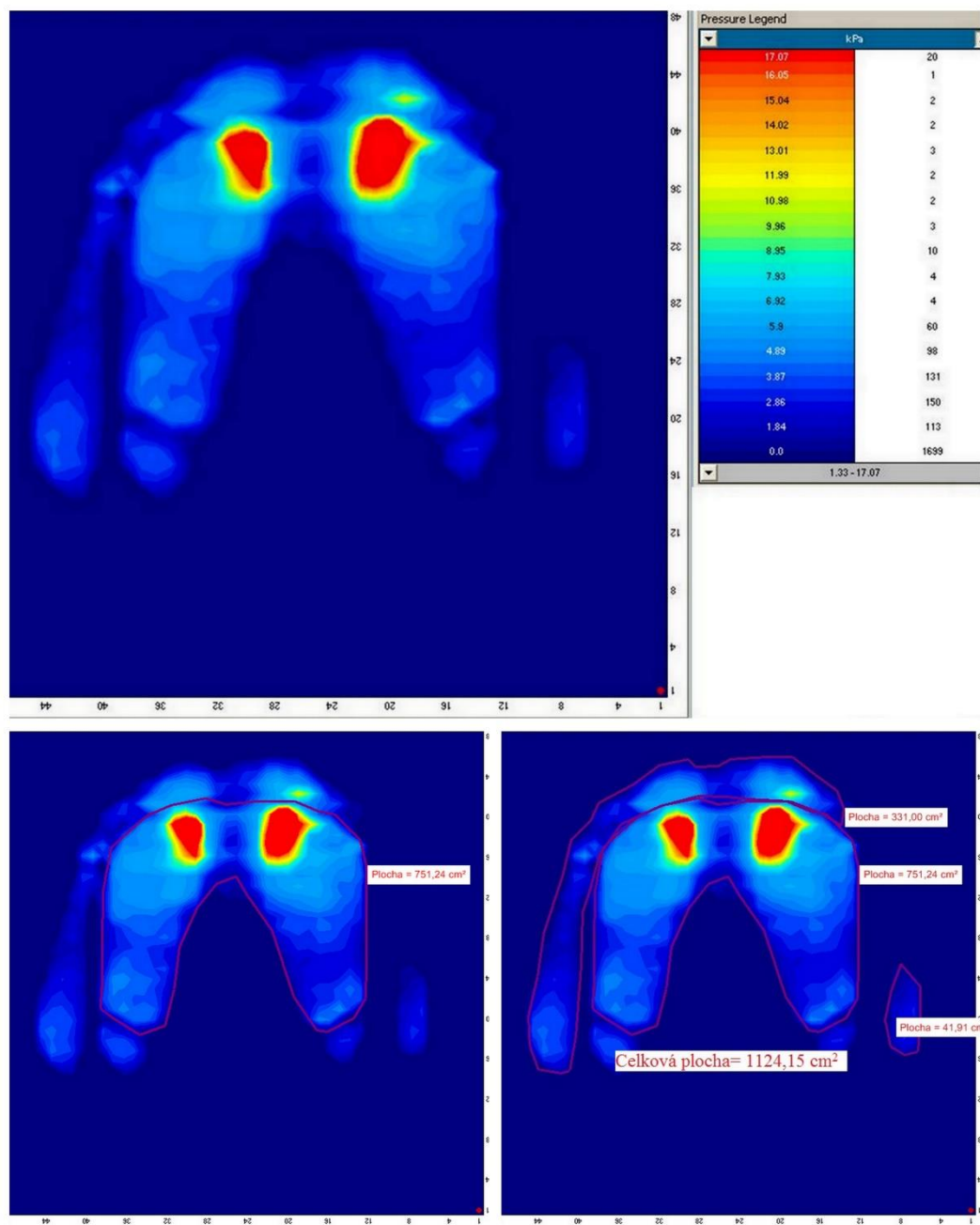
Príloha 35: Termografický záznam probanda číslo 7 [vlastný]**Príloha 36:** Plochy probanda číslo 7 vyhodnotené dvoma metódami [vlastný]**Príloha 37:** Šírka panvy a dĺžka stehien meraná na termovíznom zázname probanda 7 [vlastný]

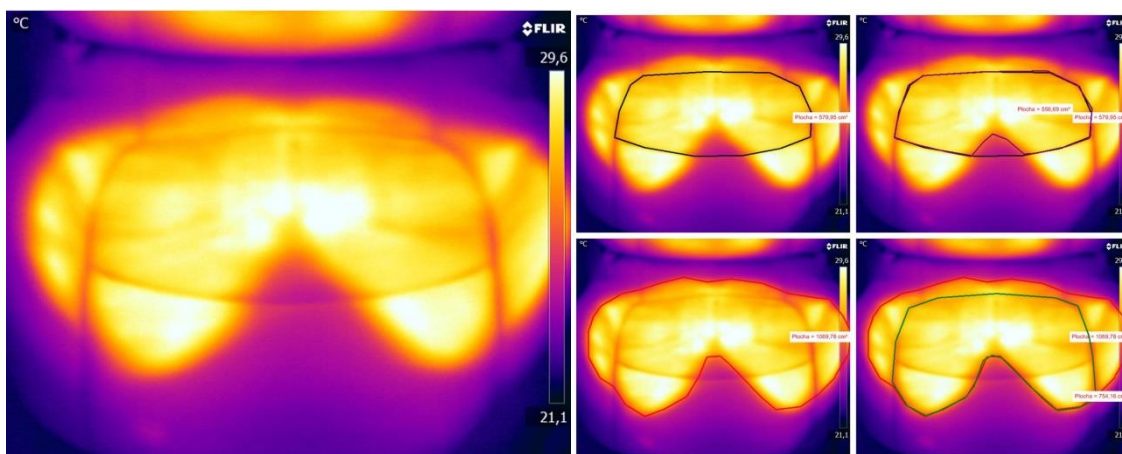
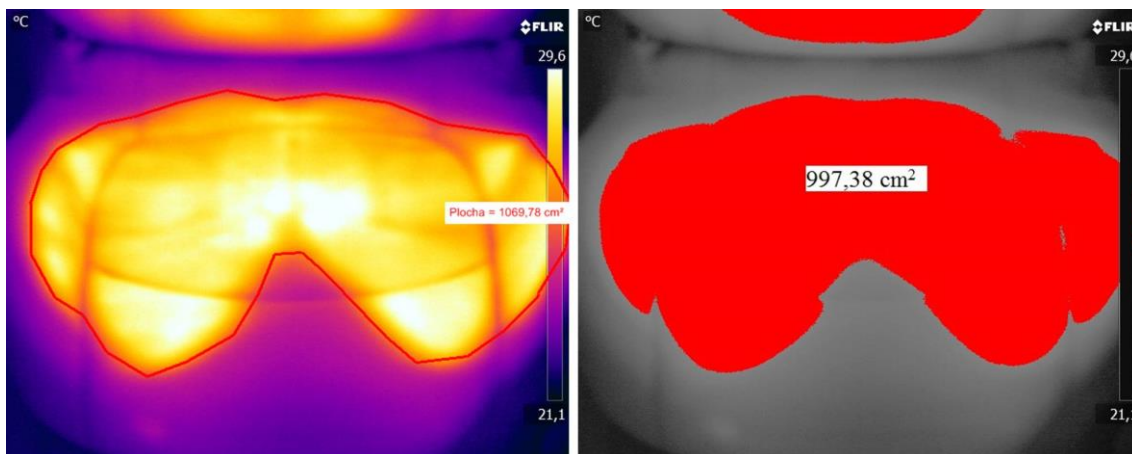
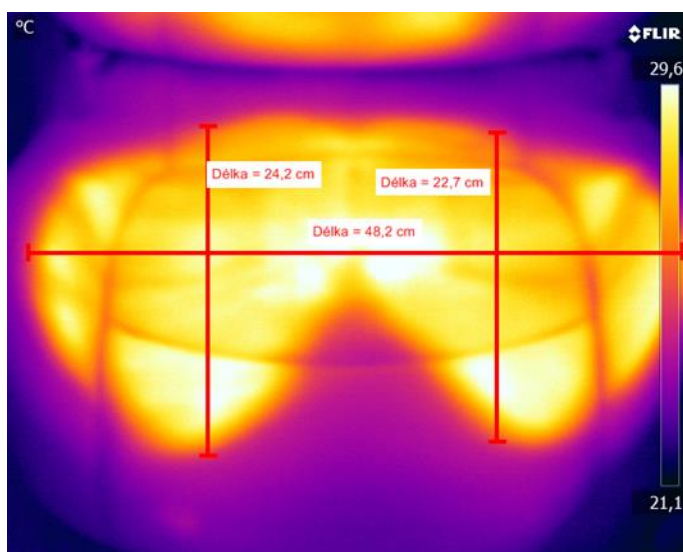
Príloha 38: Tlakový záznam probanda číslo 7 [vlastný]

Príloha 39: Termografický záznam probanda číslo 8 [vlastný]**Príloha 40:** Plochy probanda číslo 8 vyhodnotené dvoma metódami [vlastný]**Príloha 41:** Šírka panvy a dĺžka stehien meraná na termovíznom zázname probanda 8 [vlastný]

Príloha 42: Tlakový záznam probanda číslo 8 [vlastný]

Príloha 43: Termografický záznam probanda číslo 9 [vlastný]**Príloha 44:** Plochy probanda číslo 9 vyhodnotené dvoma metódami [vlastný]**Príloha 45:** Šírka panvy a dĺžka stehien meraná na termovíznom zázname probanda 9 [vlastný]

Príloha 46: Tlakový záznam probanda číslo 9 [vlastný]

Príloha 47: Termograický záznam probanda číslo 10 [vlastný]**Príloha 48:** Plochy probanda číslo 10 vyhodnotené dvoma metódami [vlastný]**Príloha 49:** Šírka panvy a dĺžka stehien meraná na termovíznom zázname probanda 10 [vlastný]

Príloha 50: Tlakový záznam probanda číslo 10 [vlastný]